

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

ANA CAROLINA MASCARENHAS OLIVEIRA

**INFILTRAÇÃO BACTERIANA EM OBTURAÇÕES
REALIZADAS COM DIFERENTES CIMENTOS
ENDODÔNTICOS**



Araraquara
2010

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

ANA CAROLINA MASCARENHAS OLIVEIRA

**INFILTRAÇÃO BACTERIANA EM OBTURAÇÕES
REALIZADAS COM DIFERENTES CIMENTOS
ENDODÔNTICOS**

Dissertação 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.

Orientadora: Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

Araraquara
2010

Oliveira, Ana Carolina Mascarenhas

Infiltração bacteriana em obturações realizadas com diferentes cimentos endodônticos/ Ana Carolina Mascarenhas Oliveira.– Araraquara: [s.n.], 2010.

145 f. ; 30 cm.

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

Orientador: Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

1. Infiltração dentária 2. Obturação do canal radicular
3. Enterococcus faecalis 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

ANA CAROLINA MASCARENHAS OLIVEIRA

**INFILTRAÇÃO BACTERIANA EM OBTURAÇÕES REALIZADAS COM
DIFERENTES CIMENTOS ENDODÔNTICOS**

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru

1º Examinador: Prof. Dr. Fábio Luiz Camargo Villela Berbert

2º Examinador: Prof. Dr. Evandro Watanabe

Araraquara, 22 de Março de 2010.

DADOS CURRICULARES
Ana Carolina Mascarenhas Oliveira

Nascimento	15-08-1982 Jacobina – Bahia
Filiação	Edson Xavier de Oliveira Ivone Marina Mascarenhas Oliveira
2001-2007	Curso de Graduação Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP
2008-2010	Curso de Pós-Graduação em Endodontia, nível de Mestrado, Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr/UNESP – Araraquara-SP
Associação	SBPqO

Dedico esta dissertação...

À minha mãe Ivone Marina Mascarenhas Oliveira...

A quem amo e por quem me sinto amada. Símbolo de coragem, fé, trabalho, sabedoria, força e amor. Aquela que me ensinou o respeito à vida, a dedicação aos estudos, o desapego às coisas deste mundo, a persistência diante das adversidades e, sobretudo, o amor às pessoas, ao trabalho, aos animais e ao nosso planeta.

“Mainha, tu és o mais lindo presente com o qual o Pai Eterno poderia me agraciar nesta encarnação. O vento que sopra sobre a ferida aberta e alivia todas as dores, a palavra de esclarecimento nos momentos de escolha ou confusão, a mão sempre pronta a consolar e corrigir com a doçura que somente uma mulher guerreira e iluminada poderia ter. E o que seria de mim sem a tua existência? Certamente não seria a pessoa de agora, mas sim uma obra ainda mais necessitada de melhorias, rearranjos e lapidação. Mas Deus que é só misericórdia diminuiu anos do meu sofrimento te colocando no meu caminho. Com a sabedoria de quem supostamente nunca estudou Platão ou nunca assistiu Matrix, antes e ainda hoje quando o meu apego me faz sofrer, tu me ensinas sobre o mundo das idéias e dos sentidos, dizendo: Filha, é tudo ilusão! Só cabe na sua mala de viagem as suas experiências, a ciência que você aprendeu na escola e a ciência que aprendeu com a vida... Eu abaixo a cabeça e simplesmente penso no quanto ainda precisarei viver para ser igual a ti...

Meu anjo, minha mãe, me lembrarei de ti por todos os séculos vindouros e por onde quer que a espiritualidade leve a minha alma eu chamarei pelo teu refúgio, por que tu és amor e incondicionalmente *EU TE AMO!*"

Ao meu pai Edson Xavier de Oliveira e às minhas irmãs Emanuela Mascarenhas Corrales e Ester Mascarenhas Oliveira...

Todos esses anos de aprendizado têm me mostrado que Deus não nos uniu nessa família somente pelos laços do carma, mas por laços bem mais fortes que são os laços do amor. Porque o que seria a união de pessoas tão diferentes senão a misericórdia de Deus para nos trazer a um convívio de amor e paz que só a família, instituição divina, pode propiciar? Eu aprendi e aprendo a cada dia com vocês, que não só me parabenizam pelas minhas conquistas, mas me mostram meus erros, me incentivando a ser uma pessoa melhor. Obrigada por serem meus e por terem me propiciado chegar até aqui.

"Painho, eu te amo! E tenho certeza que esse amor chegará um dia à plenitude, pois aprenderemos o quanto somos iguais um ao outro. O teu exemplo me direcionou quanto a qual caminho tomar desde a mocidade e me mostrou como em um espelho como devo ser e o que devo melhorar. Tenho certeza que nossa união não termina por aqui, porque ainda temos muito que aprender um com o outro e muito que nos amar."

“Lolinha, fostes sempre o meu guia, nas bagunças e peraltices, e como desde pequena ainda hoje me sinto como a verdadeira irmã mais velha, querendo ditar o que deves ou não fazer. Admiro-te não só pela beleza, simpatia e jovialidade que só a união Mascarenhas-Xavier poderia propiciar, mas também pela força, fé e coragem que talvez às vezes duvides que tenhas, mas que tenho certeza que estão dentro de ti desde pequena e te fizeram ultrapassar um país e ir em busca da tua felicidade. Por onde passas, cativas pessoas e animais, pois tens doçura e caridade em tuas palavras e atitudes. Um dia, quero ser como você. Te amo, minha irmã!!! ”

“Tequinha, és a última, mas não menos querida. Lembro-me de quando te buscava na escola me sentindo teu anjo da guarda. Hoje crescetestes e aquela boneca branquinha de cabelos dourados diferente de todo o resto do clã se tornou mulher, e que mulher! Uma mulher à la Ivonmari, guerreira e que sabe o que quer. Orgulhosa e altiva, sem perder a ternura, que tem dominado o seu espaço nessa existência marcada por lutas das quais tens saído vitoriosa. Te admiro muito e torço para que chegue ao topo, que é o teu lugar merecido, a felicidade. Te amo, maninha!!!”

Agradecimentos especiais...

A Deus e toda espiritualidade maior,

Que tem guiado os desígnios desse planeta e dos povos que nele habita. Agradeço pela proteção, pela misericórdia, pelo conforto espiritual, pela oportunidade de participar dessa era doando um pouco do que outrora me foi doado e principalmente pela oportunidade ímpar de aprendizado junto a pessoas tão maravilhosas que formam o conjunto dos meus familiares, amigos e colegas de trabalho. Obrigada por todo auxílio mental e espiritual, sem o qual essa obra, mais um degrau na longa escada do meu desenvolvimento, não poderia ter sido realizada.

À minha família...

Pelo incentivo constante para que eu chegasse até aqui, festejando comigo cada etapa finalizada e me mostrando carinhosamente os erros a serem reparados. Por me fazer sentir amada e confortada em todos os momentos e por me mostrar que eu podia mais. Pela presença, pelo amor, pelo conforto... Essa vitória é de vocês. Os amarei para sempre!!!

À minha querida Beatriz...

Por todo amor, companheirismo e conforto. Por me mostrar uma realidade de paz e serenidade e me dar, com a sua presença, felicidade e conforto. Orgulho-me de ti pela tua garra e fé, mas, sobretudo, pela tua

sensibilidade que só quem te leu nas entrelinhas, conseguiria enxergar. Rogo a Deus que te conceda a felicidade que tu, tão incansavelmente, procuras. Obrigada por me ouvir, me entender e ser o meu abrigo nos dias de tempestade. És uma pessoa especial e divina. Eu te amo!!!

Ao meu querido Peri...

Pela confiança, amor e lealdade. Por estar presente em minha vida, ouvindo meus desabafos e festejando minhas conquistas, por ser meu motivo de alegria constante e me fazer sentir feliz pelo simples fato de te encontrar em casa, após um longo dia de trabalho. Abraçar-te, brincar, cuidar de ti e observar teu desenvolvimento me fazem sentir viva e parte efetiva do Multiverso. Te amo e te levarei para sempre em meu coração.

Agradecimentos...

À minha orientadora, *Profa. Dra. Juliane Maria Guerreiro Tanomaru*, pela confiança depositada em mim e pela presença constante na realização deste trabalho. Obrigada pela oportunidade.

À *Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP*, na presença do seu Magnífico Reitor Prof. Dr. Herman Jacobus Cornelis Voorwald e vice-reitor Prof. Dr. Julio Cezar Durigan.

À *Faculdade de Odontologia de Araraquara - FOAr, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP*, na presença de seu Diretor Prof. Dr. José Cláudio Martins Segalla e sua vice-diretora, Profa. Dra. Andreia Affonso Barreto Montandon. "Agradeço a essa Casa do Saber, onde granjeei grande parte do meu desenvolvimento intelectual e profissional, por ter me acolhido por estes quase 10 anos, me incentivando em um ambiente de paz e trabalho sério."

Ao *Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP*, representado pelo Chefe de Departamento Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Júnior e pelo vice-chefe Prof. Dr. Idomeu Bonetti Filho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, representado pelo Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho.

Aos docentes da Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho, Prof. Dr. Roberto Esberard, Prof. Dr. Fábio Luiz Camargo Villela Berbert, Prof. Dr. Renato de Toledo Leonardo, Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho, por todo incentivo e contribuição à minha formação profissional.

A todos os funcionários da Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP e especialmente à "Marinha" por toda paciência e educação com as quais sempre me tratou, respondendo aos meus infindáveis e-mails e dúvidas. Você é uma pessoa muito especial e sempre terei sua lembrança.

A todos os funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP. À Creusa, Cida, Conceição, Diva e Wanderley pelo tratamento tão carinhoso e prestativo. E especialmente ao Marinho por toda gentileza, amizade, auxílio técnico na elaboração deste trabalho e por ser uma pessoa desapegada e iluminada, dessas raramente encontradas. Muito obrigada por tudo.

Aos *funcionários da Biblioteca* da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, pelo auxílio constante durante todo o curso de mestrado. Especialmente à Odete e ao Adriano pela presença tão amistosa.

A todos os *funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP*, especialmente Marquinho, Marcelo, d. Rosa, Malu e Noêmia, dos quais sempre tive o sorriso sincero, os abraços e as palavras de companheirismo. Muito obrigada, meus queridos, por tudo.

À *Maria do Carmo*, pela paciência e prontidão no atendimento referente à FAPESP.

Aos *colegas de turma do curso de Pós-Graduação em Endodontia, Nível Mestrado* da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, Santiago, Roberta, Renata, Geraldine e Paula por todos os momentos de aprendizado e lazer que passamos juntos. Especialmente à Naiana, pela amizade sincera e prestativa, pelas longas conversas e conselhos mútuos. Obrigada pela amizade tão recíproca.

Aos *colegas dos cursos de Pós-Graduação da FOAr-UNESP*, pela amizade e convívio enriquecedores. Ao Norberto, pela amizade e auxílio na execução deste trabalho. Especialmente ao Guilherme Oliveira e

Fabiano Jeremias pela gentileza e pelos momentos de alegria e conversas tão oportunas.

Às queridas amigas e "formiguinhas operárias" *Cristiane Duque*, *Thais Negrini* e *Luciana Monti Lima* pela amizade, carinho e convívio tão especial. Admiro muito vocês.

Às professoras Elaine Maria Sgavioli Massucato, Denise Madalena Palomari Spolidório e Rita de Cássia Loiola Cordeiro pela amizade, carinho e ensinamentos. Vocês sempre serão um exemplo para mim.

À professora *Edivani Aparecida Vicente Dotta*, à qual pude conhecer melhor durante o mestrado e assim descobrir o quanto o amor permeia sua vida. Nunca me esquecerei dos seus abraços apertados e demorados, dos seus conselhos tão sábios e da verdade que se enxerga em seu olhar. Obrigada por tudo, minha querida mestre.

À professora *Lourdes dos Santos-Pinto*, minha querida Tuka, por todos esses anos de trabalho e amizade, por todos os ensinamentos científicos e de vida, por todas as críticas sempre construtivas, fundamentais em minha formação profissional. Por ser um dos meus maiores exemplos de mulher, mãe, esposa, profissional e mestre. "As sementes que tens plantado são de amor e trabalho e quão lindas são as flores que tens colhido ao longo da tua vida e colherás nas vindouras. Que

Deus te conserve no caminho do bem, onde tua vitória é garantida.
Minha gratidão eterna a ti."

Aos meus *queridos amigos*, Amélia Tomazzelli (in memorian) & Família, Francisco Mascarenhas & Família, Iara Bing & Família, Rosana Flório & Família, pessoas que Deus colocou em meu caminho em momentos tão oportunos e que me apoiaram quando mais necessitei. A todos vocês, minha gratidão e amor.

À *Anna da Silva Augusto, Neusa e Luiz Pivetta* por todos esses anos de vizinhança prazerosa e feliz. Sempre me lembrarei da sua simplicidade, carinho e amizade e os levarei em meu coração.

À toda *Família Zuin*, pelos momentos felizes vividos juntos, pelo carinho e acolhimento... Lourdes, Valentim, Nê, Sueli, Sônia, Nando, Miro, Tinho, Fio e as crianças. Pessoas especiais das quais sempre me lembrarei.

A toda *minha família*, especialmente à minha querida avó Elvira Araújo Mascarenhas e minha querida tia Marlene Xavier de Oliveira, sem as quais esse trabalho não existiria. Muito obrigada pela força e incentivo. Amo vocês!!!

À *FAPESP* e *CAPES*, pela concessão de bolsa de estudo para realização deste trabalho.

Somos o que fazemos, mas somos principalmente o
que fazemos para mudarmos o que somos.

Eduardo Galeano

SUMÁRIO

RESUMO	18
ABSTRACT	20
1 INTRODUÇÃO	22
2 REVISÃO DA LITERATURA	27
2. 1 Cimentos endodônticos.....	28
2. 2 Diferentes metodologias para avaliação do selamento.....	47
2. 3 Infiltração bacteriana e dos seus subprodutos.....	54
2. 4 <i>Enterococcus faecalis</i> na infecção endodôntica.....	62
3 PROPOSIÇÃO	68
4 MATERIAL E MÉTODO	70
4. 1 Aspectos Éticos.....	70
4. 2 Infiltração Bacteriana.....	70
4. 2. 1 Tratamento endodôntico.....	70
4. 2. 1. 1 Seleção dos dentes.....	70
4. 2. 1. 2 Preparo biomecânico dos canais radiculares.....	71
4. 2. 1. 3 Preparo do cimento obturador.....	72
4. 2. 1. 4 Obturação dos canais radiculares.....	75
4. 2. 2 Avaliação Microbiológica.....	76
4. 2. 2. 1 Impermeabilização dos remanescentes radiculares.....	76
4. 2. 2. 2 Montagem dos remanescentes radiculares em eppendorfs e esterilização dos conjuntos.....	77
4. 2. 2. 3 Montagem do dispositivo para o teste de infiltração.....	78
4. 2. 2. 4 Preparo do microrganismo.....	80
4. 2. 2. 5 Teste de infiltração coronária.....	81

Sumário

4. 2. 2. 6 Teste de viabilidade bacteriana.....	82
4. 2. 2. 7 Testes das amostras com infiltração.....	82
4. 3 Forma de Análise dos Resultados.....	84
5 RESULTADO.....	86
6 DISCUSSÃO	97
6. 1 DISCUSSÃO DA METODOLOGIA.....	97
6. 1. 1 Seleção do tema.....	97
6. 1. 2 Seleção e preparo da amostra	98
6. 1. 3 Técnica de preparo biomecânico.....	99
6. 1. 4 Técnica de obturação.....	101
6. 1. 5 Cimentos endodônticos.....	102
6. 1. 6 Utilização do <i>Enterococcus faecalis</i>	103
6. 1. 7 Método de avaliação.....	104
6. 2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	106
6. 2. 1 Grupos controle positivo e negativo.....	106
6. 2. 2 Amostras descartadas durante o experimento.....	107
6. 2. 3 Grupos experimentais	107
6. 2. 4 Avaliação dos cimentos endodônticos.....	110
6. 2. 5 Considerações finais.....	124
7 CONCLUSÃO.....	126
REFERÊNCIAS.....	128
ANEXOS.....	145

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	porcentagem
#	conicidade
®	marca registrada
°C	grau Celsius
µL	microlitro
ADA	American Dental Association
ATCC	American Type Culture Collection
BHI	Brain Heart Infusion
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CIV	Cimento de Ionômero de Vidro
cm	centímetro
EDTA	ácido etileno diamino tetracético
EUA	Estados Unidos da América
g	grama
h	hora
K	Kerr
LPS	lipopolissacarídeo
Ltda	limitada
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
min	minuto
mL	mililitro
mm	milímetro
MTA	Agregado Trióxido Mineral
N	número de amostra
n°	número
OZE	Óxido de zinco e eugenol
p	significância estatística
TSA	Tryptic Soy Agar
UFC	unidade formadora de colônia
X	vezes

Oliveira ACM. Infiltração bacteriana em obturações realizadas com diferentes cimentos endodônticos [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2010.

RESUMO

Este estudo teve como objetivo a avaliação da capacidade seladora bacteriana pela via coronária proporcionada por diferentes cimentos endodônticos: Endofill, AH Plus, Sealer 26, Epiphany SE (Self-Etch), Activ GP, Sealapex, Endo CPM Sealer e Cimento Experimental à base de MTA (CE-MTA). Cento e trinta dentes humanos, unirradiculares e extraídos foram divididos em oito grupos experimentais (n=15) e dois grupos controle (n=5). O preparo biomecânico dos canais radiculares foi realizado pela técnica escalonada sob irrigação com solução de hipoclorito de sódio a 1% e ao final solução de EDTA 17%. A obturação foi realizada pela técnica de condensação lateral ativa com cones de guta-percha e um dos cimentos endodônticos ou com cones Resilon e cimento Epiphany SE. Os canais radiculares de um grupo controle foram obturados sem cimento endodôntico e em outro toda superfície externa foi impermeabilizada. Após sete dias mantidos em estufa a 37°C e umidade, o material obturador foi removido parcialmente do canal radicular, sendo mantida uma extensão de 13 mm. Os dentes foram esterilizados em gás óxido de etileno e montados em dispositivo de avaliação da infiltração bacteriana, deixando 5 mm da sua porção apical imerso em caldo BHI. *Enterococcus faecalis* foi inoculado na porção coronária e sua viabilidade testada a cada 48 horas. As amostras foram observadas diariamente durante 16 semanas para constatação ou não da turvação no meio de cultura posicionado na porção periapical. Os dados foram submetidos aos testes estatísticos de Kaplan-Meier, Kruskal-Wallis e Dunn em nível de significância de 5%. AH Plus e Sealapex apresentaram maior resistência à infiltração coronária, com diferença estatística significativa em relação aos cimentos Activ GP, Endo CPM Sealer e CE-MTA. Sealer 26, Epiphany SE e Endofill apresentaram

Resumo

resultados intermediários. Activ GP, Endo CPM Sealer e CE-MTA apresentaram maior infiltração bacteriana dentre os cimentos avaliados. Concluiu-se que todos os cimentos avaliados permitem infiltração bacteriana. A maior capacidade seladora foi observada para o AH Plus e Sealapex. Os cimentos à base de MTA e ionômero de vidro permitiram maior infiltração bacteriana.

Palavras-chave: Infiltração Dentária, Obturação do Canal Radicular, *Enterococcus faecalis*.

Oliveira ACM. Bacterial leakage in root canal fillings performed with different endodontic sealers [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2010.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the bacterial sealing ability of different endodontic sealers: Endofill (EDF), AH Plus (AHP), Sealer 26 (S26), Epiphany SE (ESE), Activ GP (AGP), Sealapex (SEL), Endo CPM Sealer (CPM) and an experimental MTA-based cement (E-MTA). A hundred and thirty extracted single-rooted human teeth were randomly divided into eight experimental groups (n=15) and two control groups (n=5). Canals were prepared by a step-back technique, irrigated with 1% sodium hypochlorite and EDTA 17%, then filled with gutta-percha and one of the root canal sealers or Resilon and Epiphany SE. Teeth in one of the control groups were filled without sealer and those in the other control group were made impermeable. Teeth were kept at 37°C for 7 days. The coronal portion of the obturating material was removed, leaving 13mm intact. Teeth were sterilized with ethylene oxide gas prior to bacterial leakage assessment. The apical 5 mm of the roots was immersed in BHI broth, which was renewed every 48 hours and *Enterococcus faecalis* viability was tested at those periods. Leakage was monitored every 24 hours for 16 weeks. Data were analyzed by the Kaplan-Meier, Kruskal-Wallis and Dunn tests at 5% significance. AHP and SEL demonstrated better resistance to bacterial leakage than the other sealers (p<0.05). EDF, ESE and S26 presented intermediate bacterial leakage. AGP, CPM and E-MTA showed more bacterial leakage among all materials tested. All sealers allowed bacterial leakage. The best sealing ability was observed for AH Plus and Sealapex. The glass ionomer and MTA-based materials allowed the most bacterial leakage.

Key-words: Dental leakage, Root canal obturation, *Enterococcus faecalis*.

1 INTRODUÇÃO

1 Introdução

O sucesso do tratamento endodôntico depende da correta execução de todas as suas fases operatórias. A obturação do canal radicular visa o preenchimento do espaço anteriormente ocupado pela polpa dental, sendo realizado após o adequado preparo biomecânico e desinfecção do sistema de canais radiculares. Esta fase do tratamento endodôntico está fundamentada em três aspectos essenciais: preenchimento, controle microbiológico e compatibilidade biológica⁴⁸.

Dentre os diversos requisitos de uma obturação endodôntica, a capacidade seladora visa evitar a infiltração entre as paredes do canal radicular e o material obturador. A infiltração pela via apical é considerada um dos fatores responsáveis pelo insucesso do tratamento endodôntico, assim como a infiltração que ocorre pela via coronária, a qual tem sido amplamente estudada^{1,38,51,69,86}.

A infiltração coronária pode ocorrer nos casos de perda do material restaurador provisório, fratura ou infiltração pela restauração coronária e cáries recorrentes, favorecendo a exposição do material obturador aos fluidos e microrganismos da cavidade bucal^{2,6,15,84-85,102,108}. Pode-se ainda destacar a necessidade de selamento dos túbulos dentinários e ramificações do sistema de canais radiculares, evitando o desenvolvimento de microrganismos que possam ter sobrevivido à terapêutica endodôntica⁴⁸.

Novos cimentos endodônticos têm sido propostos com o objetivo de promover adequado preenchimento e selamento dos canais radiculares. Assim, materiais à base de resina como o AH Plus, Sealer 26, Epiphany SE (Self-Etch);

cimentos que contém hidróxido de cálcio como o Sealapex; à base de ionômero de vidro como o Activ GP; ou mesmo à base de Mineral Trióxido Agregado como o Endo CPM Sealer e o CE-MTA (cimento endodôntico experimental à base de MTA) têm sido idealizados e utilizados.

O cimento AH Plus é um material obturador à base de resina epóxica, o qual tem apresentado adequadas propriedades físico-químicas, sendo avaliado quanto à capacidade seladora^{9,17,44,73,98}. O Sealer 26 é outro cimento endodôntico resinoso contendo hidróxido de cálcio na composição que tem demonstrado boa capacidade seladora^{31,84}.

O cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio Sealapex apresenta a capacidade de induzir a formação de selamento biológico apical por tecido mineralizado após obturação do canal radicular³⁴. Em função de sua baixa radiopacidade ocorreu a modificação do seu radiopacificador, sendo substituído o sulfato de bário pelo trióxido de bismuto, o que pode acarretar em modificações em suas propriedades físico-químicas e biológicas, as quais devem ser avaliadas nesta nova formulação.

O cimento Epiphany SE (Self-Etch) compõe o sistema Epiphany/Resilon. Nesse sistema de obturação, o Resilon substitui a guta-percha e apresenta adesão ao Epiphany e este às paredes do canal radicular formando um monobloco⁹⁷. O Epiphany SE apresenta resinas UDMA, PEGDMA, EBPADMA, BISGMA e metacrilatos na composição¹⁰³, sendo proposto em substituição ao Epiphany para ser utilizado sem a necessidade prévia do primer.

Cimentos à base de ionômero de vidro têm sido propostos, fundamentados na adesão que estes podem apresentar à dentina do canal radicular¹⁰⁶. Esta é a proposta do sistema de obturação Activ GP (Brasseler, Savannah, GA, EUA) que é composto por cones de guta-percha impregnados e cobertos por ionômero de vidro e um cimento de ionômero de vidro. Em relação ao selamento apical, este cimento apresentou resultado semelhante ao AH Plus, por meio da compactação vertical por termoplastificação⁵⁸.

O MTA vem sendo amplamente preconizado em endodontia para o tratamento de perfurações, capeamentos pulpare, pulpotomia e como material obturador retrógrado. Sua composição básica é o cimento Portland¹⁰ cujos componentes principais são silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, ferro aluminato tetracálcico e sulfato de cálcio hidratado. Este material possui o mecanismo de ação biológica semelhante ao hidróxido de cálcio³⁵⁻³⁶. Recentemente foi lançado o cimento Endo CPM Sealer à base de MTA, com o objetivo de ser utilizado para obturação de canais radiculares, sendo sua formulação semelhante ao MTA²¹.

Outro cimento desenvolvido a partir da composição do cimento Portland é o CER-MTA, que apresenta em sua fórmula, além do cimento Portland, sulfato de bário, dentre outros componentes e veículos. Santos et al.⁷⁴ (2005), analisando as propriedades físico-químicas de dois cimentos à base de MTA, sendo um experimental (CER-MTA) e outro comercial, encontraram níveis mais altos de íons Cálcio no CER-MTA, quando comparado ao MTA-Angelus.

Baseado na perspectiva de proposta de novos materiais derivados do MTA, tem sido desenvolvido na Faculdade de Odontologia de Araraquara um cimento endodôntico experimental (CE-MTA) contendo cimento Portland, radiopacificador, aditivos e veículos com indicação para obturação de canais radiculares. Dentre as propriedades importantes a serem avaliadas para o material, destaca-se a capacidade seladora na infiltração bacteriana.

Estudos de infiltração bacteriana pela via coronária após a obturação de canal radicular com diferentes materiais ou técnicas têm sido realizados^{5,9,64,79,80,82,98}. Desta forma, em função dos diversos cimentos endodônticos existentes no mercado e novas propostas, torna-se importante o estudo da capacidade seladora proporcionada pelos mesmos. Dentre os métodos de avaliação da capacidade seladora após obturação do canal radicular, a infiltração bacteriana proporciona informações biologicamente significantes e clinicamente relevantes.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2 Revisão da Literatura

A obturação dos canais radiculares visa o preenchimento de uma área previamente ocupada pela polpa. O adequado selamento obtido através da obturação é de primordial importância no restabelecimento e manutenção da saúde apical ou periapical, pois evita a infiltração bacteriana, seja por via apical ou coronária, entre as paredes do canal radicular e o material obturador, diminuindo a possibilidade de insucesso do tratamento endodôntico (Adib et al.¹ 2004, Hommez et al.³⁸ 2002, Madison, Wilcox⁵¹ 1988, Ray, Trope⁶⁹ 1995, Siqueira Jr et al.⁸⁶ 2005).

Para tanto, além de um preparo do canal radicular, correto e meticulosamente realizado, o material e a técnica empregados na obturação também são muito importantes (Moraes et al.⁶⁰ 1999).

A condensação lateral é a técnica de obturação mais utilizada, tanto na clínica endodôntica, devido à sua facilidade, preparo conservador do canal radicular, praticidade, eficiência e capacidade em controlar a extensão da obturação (Jurcak et al.⁴¹ 1992), quanto em trabalhos de infiltração como observado por Camps, Pashley¹⁴ (2003), Pommel et al.⁶⁶ (2003), Wu et al.¹⁰⁹ (1993), Wu et al.¹¹¹ (1994) e Zmener et al.¹¹⁸ (1997).

Os materiais obturadores devem possuir adequadas propriedades físico-químicas, como um bom escoamento, boa viscosidade e aderência, serem biocompatíveis aos tecidos apicais e periapicais e promoverem um selamento completo e tridimensional do sistema de canais radiculares, respeitando um limite apical de obturação (Leonardo⁴⁸ 2005).

O material sólido mais comumente utilizado na obturação dos canais radiculares é a guta-percha associada a cimentos obturadores, devido às suas reconhecidas propriedades físicas, mecânicas e biológicas, como biocompatibilidade, estabilidade dimensional, facilidade de inserção e adaptação às paredes do canal e facilidade de dissolução por solventes (Jurcak et al.⁴¹ 1992, Leonardo⁴⁸ 2005).

Os cimentos obturadores devem garantir o preenchimento do espaço entre os cones de guta-percha e as irregularidades dos canais radiculares (Soares, Goldberg⁸⁷ 2001). Há atualmente no mercado diversos cimentos, sendo possível agrupá-los de acordo com sua constituição química: cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, à base de ionômero de vidro, à base de MTA, aqueles que contêm hidróxido de cálcio e os cimentos resinosos (Leonardo⁴⁸ 2005). Apesar dessa grande variedade de cimentos endodônticos, nenhum deles preenche todos os requisitos necessários a um cimento ideal, o que motiva os pesquisadores em busca de novos materiais.

Com base nessas informações, partimos para a leitura de tópicos existentes na literatura científica pertinente a este assunto.

2. 1 Cimentos endodônticos

O adequado selamento da obturação pode ser alcançado de acordo com o cimento obturador utilizado. Para tanto, o material deve possuir adequadas propriedades físico-químicas, além das biológicas.

De acordo com Leonardo⁴⁸ (2005), quanto às propriedades físico-químicas, o cimento obturador deve possuir adequada capacidade de escoamento, viscosidade e aderência, promovendo um bom selamento. Apresentar-se plástico quando da inserção, tornando-se sólido após esta, possuir bom tempo de trabalho e ser de fácil remoção. Deve ser radiopaco, não manchar o elemento dental, não ser solubilizado no canal radicular e ser passível de esterilização.

Cimentos obturadores à base de resina como o AH Plus, Sealer 26, Epiphany SE/Resilon; cimentos que contém hidróxido de cálcio como o Sealapex; à base de ionômero de vidro como o Activ GP; à base de Mineral Trióxido Agregado como o Endo CPM Sealer e o CE-MTA (cimento endodôntico experimental à base de MTA) têm sido idealizados e utilizados com o objetivo de promover adequado preenchimento e selamento dos canais radiculares.

O cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio Sealapex apresenta capacidade de induzir a formação de selamento biológico apical por tecido mineralizado após obturação do canal radicular (Holland, Souza³⁴ 1985). Uma desvantagem do material era sua baixa radiopacidade, problema solucionado com a troca do radiopacificador em sua fórmula, de sulfato de bário pelo trióxido de bismuto. Essa mudança pode acarretar em modificações em suas propriedades físico-químicas e biológicas, sendo importante a avaliação dessa nova formulação.

O hidróxido de cálcio, presente na composição do Sealapex, tem sido amplamente utilizado na terapia endodôntica por se dissociar em íons cálcio e hidroxila e ter um pH alcalino (12,5), tornando o meio inadequado à proliferação bacteriana (Gomes et al.²⁸ 2003). Yasuda et al.¹¹⁵ (2008) compararam a atividade

antimicrobiana de diferentes cimentos frente ao *Staphylococcus aureus*, *E. faecalis*, *Candida albicans*, *Streptococcus mutans* e *Streptococcus sanguinis*, sendo os alos de inibição do crescimento desses microrganismos medidos. AH Plus apresentou a maior atividade antimicrobiana. Sealapex e Roeko Seal também apresentaram atividade antimicrobiana frente a todos os microrganismos avaliados.

Madison et al.⁵⁰ (1987) avaliaram in vitro a microinfiltração coronária em dentes obturados com guta-percha e três diferentes cimentos. Trinta e dois dentes anteriores humanos extraídos e unirradiculares foram preparados pela técnica “step-back”, confeccionando-se o batente apical com lima K#30. Foram obturados pela técnica da condensação lateral e divididos em 3 grupos: Roth, Sealapex e AH26. Os dentes foram expostos à saliva artificial por 7 dias, imersos em nanquim por 48 horas e diafanizados para análise da infiltração. O grupo obturado com AH26 demonstrou microinfiltração significativamente maior que os demais grupos. O Sealapex apresentou menores índices de infiltração, porém, sem diferença estatística em relação ao cimento Roth.

Madison, Wilcox⁵¹ (1988) avaliaram in vivo a microinfiltração coronária de dentes de macaco obturados com três diferentes cimentos: AH26, Sealapex e Roth. Os dentes foram selados com Cavit por 72 horas para permitir a presa dos cimentos e em seguida expostos ao meio bucal por uma semana. Após morte dos animais e extração dos dentes, estes foram imersos em nanquim e diafanizados. Houve penetração de corante em todos os grupos de cimentos, sem diferença estatística entre eles. Observou-se que no grupo controle negativo (selado durante

todo o experimento com IRM) houve dentes com penetração de corante e no grupo controle positivo (obturado só com guta-percha, sem selamento coronário) houve dentes sem penetração de corante. Os autores justificaram que as restaurações provisórias (IRM) não promoveram bom selamento e que a consistência da ração animal e sua impacção durante a mastigação pode ter agido como barreira, impedido a penetração do corante nos canais. Ou que as propriedades da saliva natural podem ter retardado ou prevenido a microinfiltração.

Saunders, Saunders⁷⁵ (1995) analisaram a infiltração coronária em longo prazo de obturações realizadas por técnicas diferentes, utilizando dois cimentos contendo hidróxido de cálcio. Os canais de 90 dentes extraídos foram preparados e obturados, sendo divididos em 4 grupos: Condensação lateral e cimento Sealapex; Condensação lateral e cimento Apexit; Sistema JS Quickfill e cimento Sealapex e Sistema JS Quickfill e cimento apexit. Os espécimes tiveram suas coroas removidas deixando um remanescente radicular de aproximadamente 14 mm, os quais foram mantidos submersos em solução salina à 37°C por um ano. Decorrido este prazo, os espécimes foram termociclados por 24 horas, imersos em tinta nanquim sob vácuo de 50 mm Hg por duas horas e mantidos em corante por mais 90 horas. Após isso, foram diafanizados e as infiltrações medidas com um aumento de 6X. A técnica da condensação lateral infiltrou significativamente menos que o Sistema JS Quickfill. Os cimentos associados à técnica de condensação lateral não apresentaram diferenças

estatísticas entre si. Houve infiltração significativamente maior quando o sistema JS Quickfill foi associado ao cimento Sealapex.

Cortez²⁰ (2005) avaliou in vivo a infiltração coronária de microrganismos em dentes tratados endodonticamente, preparados para receber contenção intraradicular e com remanescente obturador protegido ou não por diferentes materiais. Foram utilizados 136 canais de incisivos e pré-molares de cães. Após a anestesia dos animais, os canais foram instrumentados. Cento e dois canais foram obturados pela técnica da condensação lateral com cimento Sealapex e 34 canais foram obturados por cone único de guta-percha sem cimento. Em 68 canais obturados pela condensação lateral e nos 34 canais obturados sem cimento, as obturações foram parcialmente removidas deixando um remanescente de 4 mm. Os remanescentes obturadores receberam proteção com 2 mm de Coltosol ou resina composta flow. Os demais canais tiveram as obturações parcialmente removidas deixando-as com 6 mm e não receberam proteção. Os dentes foram divididos em 8 grupos (n=17): GI e GV: proteção com resina composta flow; GII e GVI: proteção com Coltosol; GIII e GVII: proteção com Coltosol nas raízes obturadas com cone único sem cimento; GIV e GVIII: sem proteção. Os espécimes permaneceram com as obturações expostas à cavidade bucal dos animais. Os grupos GI a GIV foram avaliados após 30 dias de exposição e os grupos GV a GVIII após 180 dias. Decorrido o período experimental, os animais foram mortos e os dentes avaliados radiograficamente quanto à presença de lesão periapical. Onze raízes de cada grupo foram destinadas ao estudo histológico, as demais foram destinadas à avaliação da presença bacteriana por dois métodos: cultura

microbiológica e análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Radiograficamente, não foi detectada lesão periapical em nenhum espécime. Na avaliação microbiológica apenas um espécime do GVII apresentou crescimento bacteriano. A avaliação em MEV não demonstrou infiltração bacteriana. Histologicamente, com 30 dias, nenhum espécime apresentou inflamação relacionada à infiltração coronária. Após 6 meses, o GV apresentou 2 espécimes com inflamação e os demais grupos apresentaram apenas um espécime com inflamação. Concluiu-se que o Coltosol foi eficiente na proteção das obturações e que a obturação do canal radicular foi resistente à infiltração coronária por até 180 dias.

Cimentos endodônticos contendo hidróxido de cálcio na composição foram desenvolvidos, como o Sealer 26, que apresenta em sua fórmula resina epóxica, assim como a encontrada no cimento AH 26. Tanomaru et al.⁹⁴ (2008) avaliaram a atividade antimicrobiana dos cimentos Acroseal, Endo CPM Sealer, Sealapex, Sealer 26, Intrafill e MTA-Angelus branco frente ao *Micrococcus luteus* (ATCC 9341), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Candida albicans* (ATCC 1023) e *Enterococcus faecalis* (ATCC 10541), utilizando o método de difusão em ágar. Sealapex, Sealer 26, Endo CPM Sealer e MTA branco apresentaram atividade antimicrobiana frente a todas as cepas avaliadas. Intrafill apresentou ação antimicrobiana frente a todos os microrganismos exceto *P. aeruginosa* e Acroseal somente frente ao *M. luteus* e *S. aureus*.

Tanomaru Filho et al.⁹³ (1996) avaliaram *in vitro* a capacidade de selamento apical dos cimentos endodônticos Sealapex e Sealer 26, tendo como controle o cimento de óxido de zinco e eugenol. Trinta canais radiculares foram instrumentados e divididos em três grupos (n=10). Os canais foram obturados pela técnica clássica e cone único de guta-percha com um dos cimentos, imersos em corante por 7 dias a 37°C e seccionados longitudinalmente para quantificação da infiltração marginal. O Sealer 26 foi estatisticamente superior quanto ao selamento apical quando comparado ao Sealapex e ao cimento de óxido de zinco e eugenol, sendo que estes dois últimos não diferiram estatisticamente.

Siqueira Jr et al.⁸⁴ (1999) avaliaram a capacidade de selamento coronário dos cimentos Sealapex e Sealer 26 em incisivos inferiores humanos extraídos, após tratamento endodôntico realizado pela técnica de condensação lateral. Após obturação, a porção coronária dos dentes sem selamento foi colocada em contato com saliva humana por um período de 60 dias para contaminação dos canais radiculares. Observou-se que 80% dos espécimes obturados com Sealapex e 37% dos obturados com Sealer 26 apresentaram contaminação total, com diferença estatística significativa. O Sealer 26 apresentou menor grau de infiltração.

Por ser um cimento à base resina epóxi, o AH Plus penetra melhor nas micro-irregularidades devido ao seu escoamento e elevado tempo de polimerização. Essas propriedades favorecem maior imbricação entre cimento e dentina (Sousa-Neto et al.⁸⁸ 2002), promovendo maior resistência à remoção e/ou deslocamento da superfície da dentina e menor infiltração marginal (Bortolini⁹ 2006, Kopper et al.⁴⁴ 2003, Timpawat et al.⁹⁸ 2001).

Kopper et al.⁴⁴ (2003) avaliaram *in vivo* a capacidade seladora de 3 cimentos endodônticos em canais radiculares preparados para pino. Quarenta pré-molares de cães foram instrumentados e obturados pela técnica da condensação lateral utilizando AH-Plus, Sealer 26 e Endofill. A obturação foi parcialmente removida com auxílio de uma broca Largo #1, deixando obturado apenas o terço apical. Os dentes foram selados com ionômero de vidro por 72 horas para presa dos cimentos e após esse período os canais foram expostos à cavidade bucal por 45 dias, sendo os animais mortos. Os canais foram lavados com soro fisiológico, secados, preenchidos com tinta nanquim, selados por 96 horas e, após isso, as raízes foram diafanizadas. A infiltração linear do corante foi mensurada com auxílio de um estereomicroscópio com aumento de 20X. O cimento com melhor selamento foi o AH Plus, seguido do Endofill e Sealer 26. Nenhum dos cimentos foi capaz de prevenir completamente a infiltração coronária de corante.

Pappen et al.⁶³ (2005) pesquisaram a capacidade de prevenção da infiltração coronária em 60 raízes instrumentadas pela técnica crown-down e obturadas com guta-percha e dois cimentos: Sealapex e AH Plus. Após confecção do espaço para contenção intra-radicular, as raízes foram impermeabilizadas com cianoacrilato, submetidas ao processo de infiltração por corante de azul de metileno a 2% por 24 horas e mensurados de acordo com a porcentagem da área preenchida com corante. Os cimentos AH Plus e Sealapex não influenciaram na infiltração coronária, porém a infiltração produziu contaminação dos tecidos periapicais, resultando em insuficiência do tratamento endodôntico.

Yücel et al.¹¹⁷ (2006) compararam a infiltração bacteriana em dentes obturados pela técnica da condensação lateral com AH Plus, AH 26, Sealapex e Ketac-Endo. Foram utilizados 100 dentes, divididos em 4 grupos experimentais e 2 grupos controles que foram observados por 60 dias, com avaliação em 30 dias e outra em 60 dias. Na primeira avaliação, a infiltração bacteriana foi de 85% para os grupos do AH Plus e do Ketac-Endo, de 80% para o Sealapex e 75% para o AH 26. Na segunda avaliação a infiltração bacteriana foi de 100% para o cimento AH Plus, Ketac-Endo e Sealapex, enquanto o AH 26 apresentou 95% de infiltração. Não houve diferença estatística entre os cimentos em 30 e 60 dias e nenhum cimento foi capaz de impedir a infiltração bacteriana.

Saleh et al.⁷³ (2008) avaliaram a penetração bacteriana por *E. faecalis* através de canais radiculares obturados com os cimentos AH Plus, RealSeal e Apexit na presença ou ausência de *smear layer*. A infiltração foi observada diariamente por 90 dias. Na presença de *smear layer*, Real Seal e Apexit infiltraram mais lentamente que em sua ausência. O cimento AH Plus infiltrou menos nos espécimes onde a *smear layer* foi removida.

Hirai et al.³³ (2010) avaliaram a infiltração de canais radiculares obturados com cones de guta-percha ou Resilon em associação com AH Plus ou Epiphany. Pré-molares (n=64) foram divididos em quatro grupos, instrumentados e obturados. Os espécimes foram armazenados durante duas semanas a 37 °C e 100% de umidade e a infiltração foi mensurada pelo método de filtragem de fluido. As raízes obturadas com guta-percha e AH Plus apresentaram os menores valores de infiltração.

Recentemente lançado no mercado, o cimento Epiphany SE (Self-Etch) compõe o sistema Epiphany/Resilon. Nesse sistema de obturação, o Resilon substitui a guta-percha e, segundo Teixeira et al.⁹⁷ (2004), apresenta adesão ao cimento e este às paredes do canal radicular formando um monobloco. Esse cimento resinoso possui em sua fórmula, além das resinas UDMA, PEGDMA, EBPADMA, BISGMA e metacrilatos, o óxido de cálcio (Ungor et al.¹⁰³ 2006).

Shipper et al.⁸⁰ (2004) avaliaram a eficiência do selamento coronário em canais obturados por Resilon, utilizando modelo de infiltração bacteriana. Após instrumentação, 156 dentes unirradiculares humanos extraídos foram divididos aleatoriamente em oito grupos de 15 espécimes cada e 3 controles de 12 espécimes e obturados por meio de: condensação lateral de guta percha e cimento AH 26 (*S. mutans*); condensação vertical com cimento AH 26 e backfill com Obtura II (*S.mutans*); condensação lateral de guta percha e cimento Epiphany (*S.mutans*); condensação vertical de guta percha com cimento Epiphany e backfill com Resilon no Obtura II (*S.mutans*); condensação lateral com Resilon e cimento Epiphany (*S.mutans*); condensação vertical de Resilon e cimento Epiphany e backfill com Resilon no Obtura II (*S.mutans*); condensação lateral com Resilon e cimento Epiphany (*E. faecalis*) e; condensação vertical de Resilon e cimento Epiphany e backfill com Resilon no Obtura II (*E. faecalis*). Os controles positivos com Resilon e guta-percha foram obturados sem cimento e o negativo foi completamente impermeabilizado. Os dentes foram montados em um dispositivo de infiltração bacteriana e observados por 30 dias. As obturações

realizadas com Resilon infiltraram significativamente menos que as realizadas com guta-percha.

Tay et al.⁹⁶ (2005) avaliaram o selamento apical do Resilon/Epiphany e guta-percha/AH Plus. Foram utilizados 24 dentes humanos unirradiculares extraídos, instrumentados com limas rotatórias de níquel-titânio do sistema Profile. Os canais foram obturados pela técnica de compactação vertical com Resilon/Epiphany ou guta-percha/AH Plus. Após secção longitudinal para exposição da interface dentina radicular/obturação, dois espécimes de Resilon e dois de guta-percha foram analisados em MEV. Nos 10 dentes remanescentes de cada grupo, a infiltração apical foi avaliada pela técnica de penetração da prata com auxílio de um microscópio eletrônico de transmissão. Foi observada excelente adaptação do Resilon ao Epiphany. Observou-se a presença de regiões sem espaços vazios e de espaços vazios ao longo da interface dentina/cimento no mesmo dente e da formação de tags de resina nas regiões livres de espaços vazios e tags espaçados ou ausentes nas regiões com os espaços vazios. No grupo da guta-percha (controle) foram encontradas regiões com espaços vazios e sem espaços, sendo frequente a separação da guta-percha com o AH Plus. Foi observada em MET, infiltração em nove dos 10 canais obturados com o Resilon e em todos os 10 canais obturados com guta-percha, confinadas aos 4 mm apicais. No grupo Resilon/Epiphany os depósitos de prata estavam presentes na interface camada híbrida/cimento, no grupo controle, entre o cimento e a guta-percha. Concluiu-se que não se pôde obter selamento apical completo com os materiais testados.

Lyons et al.⁴⁹ (2009) avaliaram a capacidade seladora após preparo para retentor intraradicular. Foram utilizados 80 dentes extraídos unirradiculares, aleatoriamente divididos em 2 grupos experimentais e 2 grupos controles. Os canais foram instrumentados por sistema rotatório com preparo apical de #50 e conicidade 0.6. Os canais do grupo experimental foram obturados com sistema Resilon através de condensação vertical aquecida. No grupo 1, o preparo para pino foi realizado imediatamente e no grupo 2, o preparo foi realizado após 15 dias da obturação endodôntica. No grupo controle positivo, os canais foram obturados com cones Resilon sem cimento e no grupo negativo os canais não foram obturados, somente as entradas dos canais e os forames apicais foram selados com verniz. Foi utilizado o método de microinfiltração bacteriana por *S. mutans*. Todos os espécimes do controle positivo infiltraram em três dias e os controles negativos não mostraram infiltração em nenhum momento. Todos os espécimes do grupo experimental infiltraram em até 14 dias. Não foi observada diferença estatística significativa entre a microinfiltração dos grupos experimentais em qualquer intervalo de tempo. Concluiu-se que o sistema Resilon não obteve bons resultados no selamento apical frente a preparo para retentores intraradiculares, independente se o preparo foi realizado imediatamente após a obturação do canal ou após 15 dias.

O MTA tem sido amplamente preconizado em endodontia para o tratamento de perfurações, capeamentos pulpare, pulpotomia e como material obturador retrógrado. Sua composição básica é o cimento Portland (Bortoluzzi et al.¹⁰ 2006) cujos componentes principais são silicato tricálcico, silicato dicálcico,

aluminato tricálcico, ferro aluminato tetracálcico e sulfato de cálcio hidratado. Segundo Holland et al.³⁵ (1999) e Holland et al.³⁶ (2001), este material possui o mecanismo de ação biológica semelhante ao hidróxido de cálcio. Essa afirmação pode ser confirmada por meio do trabalho de Asgary, Kamrani⁴ (2008) que avaliaram a atividade antibacteriana do MTA cinza e branco, hidróxido de cálcio (CH), cimento Portland (PC) e um novo cimento endodôntico (NEC), utilizando teste de difusão em ágar, frente à *Pseudomonas aeruginosa*, *E. faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e uma mistura dessas bactérias. Os halos de inibição foram medidos em 24, 48 e 72 h. O maior diâmetro de inibição foi observado em NEC e CH. Não houve diferença significativa entre os diâmetros dos halos de NEC e CH, e também entre MTA e PC. No entanto, houve uma significativa diferença entre CH e NEC, em comparação com MTA e grupos PC.

Recentemente foi lançado o cimento Endo CPM Sealer à base de MTA, com o objetivo de ser utilizado na obturação de canais radiculares. Sua formulação básica é a mesma do MTA (Ferreira et al.²¹ 2005). Outro cimento desenvolvido a partir da composição do cimento Portland que tem demonstrado adequadas características físico-químicas é o CER-MTA. Santos et al.⁷⁴ (2005), analisando as propriedades físico-químicas de dois cimentos à base de MTA, encontraram níveis mais altos de íons cálcio no CER-MTA, quando comparado ao MTA-Angelus.

Bortolini⁹ (2006) avaliou a penetração bacteriana de túbulos dentinários e a permeabilidade de cimentos endodônticos submetidos à contaminação por *E. faecalis*. Foram utilizados 44 caninos humanos obturados e agrupados de acordo

com o cimento: GI-AH Plus, GII- Endo CPM-sealer, GIII-EndoRez e GIV-N-Rickert. Para avaliação da permeabilidade, a porção coronária foi inoculada com *E. faecalis* por 30 dias e a apical colocada em meio de cultura para verificação da turvação do meio. Um dente de cada grupo foi avaliado por MEV para verificação da penetração bacteriana nos túbulos dentinários, sendo obtidas imagens dos terços cervical, médio e apical, com foco na interface dentina/material obturador. Somente dois dentes (GII e GIV) apresentaram contaminação do meio após 16 dias. O cimento EndoRez apresentou maior penetração bacteriana nos túbulos dentinários, seguido pelo cimento N-Rickert. AH Plus e Endo CPM-sealer foram semelhantes e permitiram pouca penetração bacteriana nos túbulos. Houve diferença em relação à penetração do microrganismo nos túbulos dentinários nas regiões cervical, média e apical.

Bramante et al.¹¹ (2006) citam as vantagens do Endo-CPM em relação aos compostos derivados do óxido de zinco e eugenol, como seu excelente selamento marginal que impede a migração bacteriana e dos fluidos tissulares para o interior do canal e também o tamanho adequado das partículas do pó, o que lhe confere boa aderência às paredes do canal radicular.

Jacobovitz et al.³⁹ (2009) avaliaram a capacidade seladora de canais obturados por diferentes cimentos: MTA Branco e um cimento experimental contendo aluminato de cálcio e aditivos. Quarenta incisivos foram divididos em 4 grupos: MTA branco, cimento de aluminato de cálcio, grupos controle positivo e negativo. Tubos Falcon foram divididos em duas câmaras, sendo a parte inferior preenchida com meio de cultura, de modo que apenas o ápice da raiz ficasse em

contato com o meio, enquanto a parte coronal estava imersa em BHI contendo *E. faecalis*. Ambos os cimentos foram eficientes no selamento dos canais radiculares, prevenindo a microinfiltração por *E. faecalis* pelo período de 30 dias.

Medeiros⁵⁷ (2009) avaliou in vitro a capacidade seladora do MTA Ângelus Branco, MBPc, CPM e Pasta Lysanda, através da análise da infiltração do *E. faecalis*. Em 90 dentes humanos unirradiculares extraídos e instrumentados foram preparadas cavidades retrógradas com 3mm de profundidade, para selamento com os materiais em teste. *E. faecalis* foi inoculado nos canais previamente fixados em aparatos que tinham do lado oposto um meio de cultura estéril. Os quatro grupos experimentais apresentaram ao menos um espécime com infiltração bacteriana logo nas primeiras 24 horas do teste, entretanto, o número de espécimes que apresentavam turvação foi diminuindo numericamente no decorrer do período experimental (120 dias). MTA Ângelus[®] Branco, MBPc e CPM mostraram capacidade seladora eficaz e comportamento semelhante entre si, ocorrendo turvação das poucas amostras nos três primeiros dias. A pasta Lysanda apresentou o maior número de amostras infiltradas.

Yildirim et al.¹¹⁶ (2010) investigaram o efeito da espessura da cavidade e da *smear layer* na capacidade de selamento apical do MTA. Setenta dentes unirradiculares foram instrumentados pela técnica step-back e divididos aleatoriamente em 2 grupos experimentais (15 amostras, cada) e 2 grupos controle (5 amostras, cada). Nos grupos 1 e 2 (*smear layer* presente), os dentes foram irrigados apenas com 5,25% NaOCl. Nos grupos 3 e 4 (*smear layer* ausente), os dentes foram irrigados com NaOCl 5,25% e EDTA a 17%. Além disso, nos

grupos 1 e 3 foram preparadas cavidades de 3 mm. Nos grupos 2 e 4 foram preparadas cavidades de 5 mm. Todas as cavidades foram preenchidas com MTA. Foi aplicado esmalte de unha nas superfícies externas de todas as raízes para impedir a infiltração lateral. As amostras foram esterilizadas em óxido de etileno por 12 horas e 3-4 mm da região apical das raízes foi imersa em meio de cultura BHI com indicador vermelho de fenol. Na porção coronária de cada espécime foi inoculada uma suspensão de *E. faecalis* a cada 48 horas. A infiltração bacteriana foi monitorada a cada 24 horas durante 4 semanas. Não houve diferença significativa nos níveis de infiltração bacteriana entre os grupos experimentais em 4 semanas. Não houve diferença significativa entre os grupos quanto à espessura das cavidades. A remoção da *smear layer* causou mais microinfiltração apical do que quando a *smear layer* foi mantida por 4 semanas. Os autores concluíram que a espessura da cavidade preenchida com MTA (3 ou 5 mm) não teve influência na infiltração bacteriana apical e que a remoção da *smear layer* pode não ser necessária em retro-cavidades preenchidas com MTA.

Segundo Torabinejad, Parirokh¹⁰⁰ (2010), o MTA foi desenvolvido porque os materiais existentes não possuíam as características ideais para realização de obturações convencionais ou retrógradas. MTA tem sido recomendado principalmente como material retro-obturador, tendo sido utilizado também no capeamento pulpar, pulpotomia, na formação de barreira apical em dentes com ápice aberto, no reparo de perfurações radiculares e na obturação radicular. Os autores realizaram uma revisão de literatura sobre a capacidade de selamento e

biocompatibilidade deste material, concluindo que o MTA promove adequado selamento e é um material biocompatível.

O Endofill é um cimento à base de óxido de zinco e eugenol que apresenta adequadas propriedades físico-químicas, porém, quando extravasado, provoca uma resposta inflamatória nos tecidos periapicais (Leal et al.⁴⁶ 1988). Essa inflamação ocorre devido à liberação de eugenol que é uma substância citotóxica, porém, este componente confere relevante capacidade antimicrobiana ao cimento. Leonardi et al.⁴⁷ (2009) avaliaram a ação antimicrobiana dos cimentos Endofill, Sealer 26, AHPlus e Acroseal pelo método de difusão em ágar frente à *E. coli*, *E. faecalis*, *Bacillus cereus* e *S. aureus*. Após 48 horas de incubação em estufa a 37°C, realizou-se leitura do diâmetro do halo de inibição do crescimento microbiano. Acroseal demonstrou atividade antimicrobiana ausente contra *E. coli* e *E. faecalis* e moderada contra *B. cereus* e *S. aureus*. AH Plus e Endofill evidenciaram alto poder antimicrobiano principalmente contra *E. coli*. Sealer 26 apresentou moderada ação antimicrobiana contra todos os microrganismos empregados. Queiroz et al.⁶⁷ (2009) avaliaram in vitro a atividade antibacteriana dos materiais óxido de zinco e eugenol (OZE), pasta Calen espessada com óxido de zinco (Calen/OZ), Sealapex e EndoREZ frente à *Kocuria rhizophila*, *E. faecalis*, *S. mutans*, *E. coli* e *S. aureus*, utilizando teste de difusão em ágar e o diâmetro dos halos de inibição de crescimento bacteriano foi medido. Em ordem decrescente de eficácia antibacteriana tem-se OZE, Calen/OZ, Sealapex e EndoREZ.

Silva et al.⁸² (2002) avaliaram a infiltração coronária de *E. faecalis* em canais radiculares obturados pela técnica de condensação lateral com Endofill ou Sealapex. Cada grupo continha 39 dentes. Após a obturação, a porção cervical das raízes foi colocada em contato com a cultura microbiana e a porção apical com meio de cultura. Em 20 amostras de cada grupo, a suspensão de *E. faecalis* foi renovada diariamente durante três dias, o que não ocorreu nas 19 restantes. Nas amostras em que a cultura microbiana não foi renovada, a turvação do meio de cultura foi observada em apenas dois dentes de cada grupo. Quando a cultura microbiana foi renovada, ocorreu turvação em 17 espécimes obturados com Endofill e em sete obturados com Sealapex.

Holland et al.³⁷ (2004) avaliaram a infiltração marginal coronária após preparo para pino intrarradicular, empregando ou não um plug protetor. Cem dentes humanos unirradiculares extraídos tiveram suas coroas removidas, os canais preparados e obturados por condensação lateral com cones de guta-percha e cimentos CRCS e Endofill. Os remanescentes das obturações foram ou não protegidos por plug de 1 mm dos seguintes materiais: Coltosol, Super Bonder, CRCS e Endofill, permaneceram por 24 horas em soro fisiológico e foram imersos em solução de azul de metileno a 2% sob vácuo por 24 horas. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e as infiltrações marginais mensuradas linearmente. Os cimentos tiveram resultados semelhantes entre si, apresentando maior infiltração que os grupos com plugs protetores. Do melhor ao pior desempenho estão os cimentos Endofill-Super Bonder, CRCS-Super Bonder,

CRCS-CRCS, Endofill-Endofill, Endofill-Coltosol, CRCS-Coltosol, Endofill-CRCS.

Nicastro et al.⁶² (2004) avaliaram o selamento apical proporcionado por três cimentos à base de óxido de zinco e eugenol e a influência de um tampão de cimento provisório (Coltosol) no selamento coronário realizado com adesivo dentinário e resina composta. Foram utilizadas 34 raízes, divididas em 3 grupos experimentais e controles. Após preparo biomecânico e padronização do forame, os canais foram obturados por condensação lateral com Endofill, Pulp Canal Sealer e Target HD. Em 5 raízes de cada grupo, 3mm das obturações foram removidos com Gates-Glidden 4. Nas outras, 4 mm foram removidos e um tampão de 1mm de Coltosol foi realizado. Todos os espécimes receberam selamento coronário com adesivo Single Bond e resina composta Z-250. Após a ação do corante, os espécimes foram fraturados longitudinalmente e as infiltrações medidas com lupa estereoscópica e paquímetro digital. Ocorreu maior infiltração apical no cimento Endofill em relação ao Pulp Canal Sealer, que não apresentou diferença com o Target HD. Dentro do mesmo grupo, a confecção do tampão não melhorou o selamento coronário, entretanto, com o tampão, Target HD apresentou melhor selamento que o Endofill. O Endofill apresentou selamento inferior aos demais cimentos testados. A interposição do tampão de Coltosol favoreceu o selamento coronário com sistema adesivo e resina no cimento Target HD.

Activ GP é um novo sistema obturador composto por cimento e cones de guta-percha, ambos à base de ionômero de vidro. Para aumentar sua adesão ao cimento, a superfície dos cones de guta-percha é revestida por 2 µm de ionômero

de vidro. Essas partículas também são incorporadas ao corpo do cone. Assim como Resilon/Epiphany, a adesão do cimento Activ GP às paredes do canal radicular é referida como um monobloco (Fransen et al.²³ 2008).

Monticelli et al.⁵⁸ (2007) avaliando a microinfiltração por sistema de penetração de fluido em dentes obturados com AH Plus e Activ GP não encontraram diferença estatística entre esses cimentos. Entretanto, quando esses mesmos autores, Monticelli et al.⁵⁹ (2007), utilizaram um modelo de infiltração bacteriana com *S. mutans*, observaram que as obturações com Activ GP em cone único resultaram em níveis de infiltração significativamente maiores quando comparado ao AH Plus.

Fransen et al.²³ (2008) avaliaram a capacidade seladora do Activ GP, AH Plus e Epiphany/Resilon através da infiltração por *E. faecalis* por um período de 24 horas a 65 dias. Não houve diferença estatística significativa quanto a resistência à infiltração entre os três sistemas de obturação.

2. 2 Diferentes metodologias para avaliação do selamento

A microinfiltração pode ocorrer tanto por via apical como coronária. As obturações endodônticas expostas ao meio bucal ou com falhas no selamento coronário permitem a contaminação por fluidos, material orgânico e microrganismos provenientes da cavidade bucal através da infiltração coronária. Caso a obturação endodôntica não impeça a infiltração de saliva, os microrganismos podem invadir e colonizar o sistema de canais radiculares e

alcançar os tecidos perirradiculares, induzindo ou perpetuando patologias periapicais (Siqueira et al.⁸⁵ 2000).

A literatura destaca a infiltração coronária como importante fator etiológico de insucesso do tratamento endodôntico (Friedman et al.²⁵ 1997, Khayat et al.⁴³ 1993, Magura et al.⁵² 1991, Swanson, Madison⁹¹ 1987, Torabinejad et al.⁹⁹ 1990, Trope et al.¹⁰¹ 1995).

Diferentes métodos têm sido utilizados para verificar a capacidade de selamento dos cimentos obturadores de canal radicular, sendo a infiltração avaliada *in vitro* e *in vivo* utilizando: infiltração de corantes (Madison et al.⁵⁰ 1987, Madison, Wilcox⁵¹ 1988, Pappen et al.⁶³ 2005, Raiden, Gendelman⁶⁸ 1994, Saunders, Saunders⁷⁵ 1995, Swanson, Madison⁹¹ 1987, Tamse et al.⁹² 1998), filtração de fluidos (Wu et al.¹⁰² 1995, Wu et al.¹⁰⁴ 2003), infiltração de microrganismos e seus subprodutos (Carratu et al.¹⁵ 2002, Chailertvanitkul et al.¹⁹ 1996, Gilbert et al.²⁶ 2001, Khayat et al.⁴³ 1993, Magura et al.⁵² 1991, Pinheiro et al.⁶⁴ 2009, Shipper, Trope⁷⁹ 2004, Shipper et al.⁸⁰ 2004, Siqueira et al.⁸⁵ 2000, Timpawat et al.⁹⁸ 2001, Torabinejad et al.⁹⁹ 1990, Trope et al.¹⁰¹ 1995, Wolanek et al.¹⁰⁸ 2001, Wu et al.¹¹⁰ 1993, Yildirim et al.¹¹⁶ 2010) e infiltração de radioisótopos (Jacobsen et al.⁴⁰ 1987, Marshall, Massler⁵⁵ 1961).

Marshall, Massler⁵⁵ (1961) estudaram *in vitro*, por meio de seis diferentes radioisótopos (S35, I, Rb86, Na22, P32, Ca45), o selamento apical e coronário em dentes tratados endodonticamente. Demonstraram que, quando as porções coronárias das obturações ficavam expostas ao marcador, ocorria intensa

infiltração. Concluíram que essa infiltração poderia ser considerada uma das causas de fracasso no tratamento de canais radiculares.

Swanson, Madison⁹¹ (1987) preocupados com as conseqüências clínicas da exposição das obturações aos fluidos orais, avaliaram *in vitro* a infiltração coronária num período de até 56 dias em dentes humanos obturados e expostos à saliva artificial. A tinta nanquim foi usada como marcador da infiltração. Realizaram-se leituras após os intervalos de 3, 7, 14, 28 e 56 dias de exposição à saliva artificial. A penetração do corante foi em média de 79 a 85% do comprimento da obturação, não havendo diferença estatística nas leituras após todos os períodos de exposição (3 a 56 dias). O grupo imerso imediatamente em corante, sem passar pela saliva artificial, não apresentou penetração visível de corante. Os autores salientaram que a dissolução do cimento endodôntico pelos fluidos orais deve ser considerada na seleção do cimento endodôntico e justificaram que o azul de metileno teve a tendência de ser lavado durante o processo de diafanização, em um estudo piloto por eles realizado, e o nanquim permaneceu estável durante o processo. Concluíram que embora não se saiba qual quantidade de microinfiltração é clinicamente significativa ou se o modelo *in vitro* usado é uma simulação válida das condições da cavidade bucal, a quantidade de infiltração que pode ocorrer em curto espaço de tempo deve ser considerada como um fator potencial no insucesso do tratamento endodôntico.

Jacobsen et al.⁴⁰ (1987) compararam a capacidade seladora dos cimentos Sealapex, CRCS e Roth. Cem dentes unirradiculares extraídos foram instrumentados e obturados pela técnica da condensação lateral com guta-percha e

um dos cimentos. O selamento apical foi avaliado colocando-se (3H) uridina nos canais de todos os dentes e contando-se os radioisótopos obtidos nos períodos de 2, 4, 8, 16, 30 e 60 dias. Nenhuma diferença significativa foi observada entre os grupos, havendo, porém um aumento da infiltração com o decorrer do tempo.

Torabinejad et al.⁹⁹ (1990) avaliaram o tempo necessário para que a saliva artificial contaminada com *Staphylococcus epidermidis* e *Proteus vulgaris* pudesse penetrar no sentido cérvico-apical, em toda a extensão do canal radicular obturado pela técnica da condensação lateral e cimento Roth. Em um período médio de 48 dias o *P. vulgaris* alcançou o ápice radicular, enquanto o *S. epidermidis* necessitou de um tempo médio de 24 dias. Os autores enfatizaram que canais radiculares obturados e expostos ao meio bucal por mais de 30 dias devem ser retratados.

Magura et al.⁵² (1991) avaliaram in vitro a infiltração coronária de saliva humana em dentes tratados endodonticamente, utilizando dois métodos para análise de infiltração: histológico e penetração de corante. Foram utilizados 160 dentes extraídos, sendo 150 obturados com a técnica da condensação lateral com guta-percha e Roth, enquanto 10 permaneceram sem obturação (controle positivo). Após uma semana, os dentes do grupo controle positivo e cem dentes obturados (grupo experimental) tiveram o selamento provisório removido. Os 50 dentes restantes (controle negativo) permaneceram selados provisoriamente. Todos os 160 dentes foram imersos em saliva humana, onde permaneceram por 2, 7, 14, 28 ou 90 dias. Dois dentes do controle positivo foram submetidos a testes microbiológicos e os 10 dentes do controle negativo e 10 do grupo experimental

foram avaliados histologicamente. Os cortes histológicos demonstraram que o material selador temporário, utilizado no controle negativo, não foi capaz de evitar a infiltração de saliva. Dentre os diferentes períodos experimentais, a maior média de infiltração ocorreu em noventa dias, sendo essa diferença estatisticamente significativa. Para análise da penetração de corante, após cada período, 10 dentes do grupo experimental foram imersos em tinta nanquim por 2 dias, diafanizados e analisados em microscópio, considerando a maior extensão de infiltração em cada amostra. A infiltração em 3 meses foi significativamente maior que nos outros períodos. Concluiu-se que canais radiculares obturados e expostos ao meio bucal por noventa dias devem ser retratados e que canais preparados para colocação de pinos protéticos e deixados expostos ao meio bucal sofrerão total contaminação, resultando em fracasso da terapia endodôntica. As médias de infiltração encontradas na avaliação histológica, comparadas com as verificadas na penetração de corante, foram menores devido à viscosidade da saliva que reduz a capacidade de penetração, levando a índices menores de infiltração quando comparados aos encontrados com o corante que, devido à sua baixa tensão superficial, apresenta ótima capacidade de penetrabilidade.

Para Khayat et al.⁴³ (1993) as metodologias de infiltração que utilizam corantes são inadequadas, sendo os estudos de infiltração com bactérias mais significantes e clinicamente mais relevantes. Os corantes e isótopos têm moléculas de pequeno tamanho, que podem não representar a infiltração de bactérias e seus subprodutos. A saliva natural humana por apresentar proteínas, enzimas, bactérias e seus subprodutos é superior ao uso da saliva artificial ou de

meio de cultura contaminado com duas espécies de bactérias, porém, representa ainda um modelo estático e não simula condições clínicas.

Wu, Wesselink¹⁰⁹ (1993) realizaram revisão bibliográfica das publicações envolvendo estudos de microinfiltração. Observaram que o método mais utilizado foi à medição linear de um marcador (corante ou radioisótopo) ao longo da obturação endodôntica. Comparando a medição da penetração de corante ao longo de obturações de guta-percha e cimento, nas publicações entre 1980 e 1990, encontraram um alto índice de variação nos resultados, embora as metodologias utilizadas tenham sido praticamente as mesmas em todos os estudos. Os autores observaram discrepância nos resultados e sugeriram que novas metodologias de infiltração devam ser pesquisadas, em vez de avaliar a capacidade de selamento de diferentes materiais e técnicas por métodos que podem fornecer poucas informações relevantes.

Tamse et al.⁹² (1998) compararam *in vitro* a extensão linear da infiltração de 4 diferentes corantes ao longo de obturações endodônticas: azul de metileno, eosina, nanquim preto e “Procion Brilliant Blue”. Todos os corantes foram avaliados por cortes transversais de 0,7mm de espessura. Os grupos do nanquim preto e “Procion Brilliant Blue” também foram avaliados pelo método da diafanização. Para os mesmos corantes o método de cortes transversais mostrou penetração do corante significativamente maior em relação à análise pela diafanização. Entre todos os grupos avaliados pelos cortes transversais não houve diferença significativa, como também não houve diferença significativa entre os 2 grupos analisados pela diafanização. O método de avaliação, em vez das

propriedades de penetração dos corantes, foi o principal responsável pela diferença de resultados. O marcador mais usado para estudos de infiltração apical é o azul de metileno em diferentes concentrações. Entretanto, tem aumentado o número de estudos em que o nanquim preto é usado com o método de diafanização, uma vez que permite a avaliação tridimensional do canal radicular, sem a necessidade de cortar o dente. O azul de metileno, o nanquim preto e o “Procion Brilliant Blue” são excelentes marcadores utilizados na diafanização, uma vez que resistem aos processos químicos de ácidos e alcoóis. O método de cortes transversais é mais complexo de executar, já o processo de diafanização é mais simples e fácil, contudo menos preciso.

Gilbert et al.²⁶ (2001) compararam dois métodos de análise da microinfiltração coronária: infiltração bacteriana e penetração de corante (diafanização). Dentes humanos foram submetidos à contaminação coronária por *P. vulgaris*, sendo avaliados diariamente por 21 dias quanto à contaminação do meio de cultura em contato com o ápice dos dentes. Estes mesmos dentes foram imersos (porção coronária) em nanquim e avaliados por mais 21 dias quanto à passagem do corante até o ápice. Os dentes foram diafanizados e a penetração linear do corante mensurada. As amostras obturadas por condensação vertical infiltraram significativamente menos que a condensação lateral. Thermafil foi melhor que a condensação lateral, mas sem diferença estatística. Quando o nanquim foi usado como marcador, não houve diferença estatística entre as 3 técnicas de obturação testadas. Sempre que a infiltração bacteriana foi positiva, houve penetração de corante que atingiu no máximo o terço médio das raízes.

Sugeriu-se que quando o corante atinge a metade do canal radicular, há uma grande probabilidade de contaminação bacteriana total do canal. Na etapa de contaminação bacteriana todos os grupos apresentaram dentes que não foram inteiramente contaminados, mas quando submetidos ao corante todos os dentes de todos os grupos apresentaram infiltração. Não houve correlação estatística entre as duas metodologias avaliadas, mas o uso do corante seguido da contaminação bacteriana vem apontar falhas nos aparatos usados, bem como evidencia fraturas radiculares, evitando assim resultados falsos positivos quando apenas testes bacteriológicos são realizados.

2.3 Infiltração bacteriana e dos seus subprodutos

Apesar de Marshall, Massler⁵⁵ em 1961 relacionarem a infiltração coronária como fator de insucesso do tratamento endodôntico, apenas em 1987 com a publicação do trabalho de Swanson, Madison⁹¹ esse assunto recebeu sua merecida atenção pelos pesquisadores em endodontia.

A literatura tem demonstrado que as metodologias que utilizam bactérias para avaliação da infiltração são uma maneira de simular o que realmente acontece na cavidade bucal, uma vez que permite a interação dinâmica entre a bactéria e o material obturador (Timpawat et al.⁹⁸ 2001, Torabinejad et al.⁹⁹ 1990, Wu et al.¹⁰⁹ 1993, Yucel et al.¹¹⁷ 2006).

Para avaliação da infiltração bacteriana, no terço coronário da raiz é inserido o meio de cultura inoculado com a bactéria a ser estudada, e a porção apical da mesma é mantida em contato com meio de cultura esterilizado adequado

para crescimento bacteriano. Quando o meio de cultura no qual o ápice é inserido torna-se turvo (Al-Hezaimi et al.² 2005, Baumgartner et al.⁸ 2007, Hachmeister et al.³² 2002, Mavec et al.⁵⁶ 2006, Siqueira-Jr et al.⁸⁵ 2000) ou apresenta alteração de coloração em função da reação do meio de cultura a produtos bacterianos (Maltezos et al.⁵³ 2006, Shipper et al.⁸⁰ 2004, Torabinejad et al.⁹⁹ 1990) a infiltração bacteriana é evidenciada.

Torabinejad et al.⁹⁹ (1990) avaliaram *in vitro* o tempo necessário para a penetração de bactérias até o ápice de dentes humanos obturados com guta-percha e cimento Roth. Mais de 50% dos canais foram completamente contaminados pelo *S. epidermidis* em 19 dias de exposição e 50% dos canais foram completamente contaminados pelo *P. vulgares* em 42 dias. Os autores observaram que a motilidade bacteriana (*P. vulgares*) parece não favorecer a microinfiltração bacteriana.

Wu et al.¹¹⁰ (1993) avaliaram a infiltração coronária bacteriana e por transporte de fluido. Sessenta caninos humanos extraídos foram preparados endodonticamente e obturados pela técnica da condensação lateral. Trinta espécimes foram montados em um modelo para infiltração bacteriana e expostos a *P. aeruginosa*. Após 50 dias, todos os espécimes foram submetidos ao transporte de fluido. Os resultados foram divididos em 3 categorias de infiltração: 39 canais foram considerados herméticos, 14 canais de leve infiltração e 7 canais de infiltração extensa. Ocorreu transporte de fluido através das obturações, mesmo em dentes onde não houve penetração bacteriana.

Trope et al.¹⁰¹ (1995) avaliaram a infiltração coronária da endotoxina extraída de *Agregatibacter actinomycetemcomitans* em dentes tratados endodonticamente sem selamento coronário. Vinte e quatro dentes unirradiculares humanos extraídos foram instrumentados até a lima K#40, mantendo-se a patência foraminal com lima K#15. Dezesesseis canais foram obturados por condensação lateral e cimento Roth. Oito dentes foram obturados sem cimento (controles). Os 16 dentes experimentais foram montados em um modelo de penetração de endotoxina. Os espécimes foram avaliados em períodos diferentes por 21 dias, dos quais 31,5% demonstraram infiltração pela endotoxina. Concluiu-se que a endotoxina bacteriana pode mover-se através de canais radiculares obturados.

Neste mesmo trabalho, Trope et al.¹⁰¹ (1995) afirmaram que independente do intervalo de tempo para contaminação, a infiltração de endotoxinas ocorre com consistência. As diferentes metodologias para avaliação da microinfiltração coronária podem ter resultados afetados por variáveis tais como vácuo, termociclagem, tamanho da partícula de corante, solubilidade do corante, posição da amostra, tamanho e profundidade da cavidade de acesso na amostra, tipo de bactéria, bactéria com ou sem motilidade, espessura do material selador, tempo de infiltração, entre outros. Os autores afirmaram que estudos in vivo são necessários para confirmar se periapicopatias podem ocorrer caso a endotoxina esteja presente apenas na coroa dos dentes. O cimento endodôntico é uma importante barreira contra microinfiltração, mas pelo seu tamanho a molécula da endotoxina poderia penetrar em um canal aparentemente bem obturado.

Alves et al.³ (1998) avaliaram *in vitro* a microinfiltração coronária pela penetração de endotoxinas e bactérias em dentes humanos preparados para pinos com 5 mm de obturação endodôntica. As endotoxinas foram produzidas pela associação de *Campylobacter rectus*, *Peptostreptococcus micros*, *Fusobacterium nucleatum* e *Prevotella intermedia*. A avaliação dos 21 canais radiculares foi realizada por 70 dias. A penetração das endotoxinas foi mais rápida que das bactérias. A infiltração de endotoxina ocorreu inicialmente com 8 dias (presente em 38% dos dentes) e alcançou uma média de tempo de 23 dias para contaminação total de 81% dos canais radiculares (17 dentes). Já a infiltração bacteriana ocorreu com 43 dias (presente em 19% dos dentes), com uma média de 62 dias para total infiltração em 67% dos canais (14 dentes). Os autores ponderam que esse tempo não pode ser extrapolado para clínica, pois *in vivo* existem variáveis que interferem no crescimento e metabolismo bacteriano. As metodologias *in vivo* são de difícil execução, sendo o maior problema o uso de amostra animal ou humana e a presença de variáveis complexas, não controladas e desconhecidas (anatomia dentária, materiais e técnicas de obturação, extensão do preparo radicular, experiência do operador). Em contraste, os estudos *in vitro* permitem controlar muitas variáveis. Porém, admitiram que apesar do modelo por eles utilizado, simular parcialmente a complexa dinâmica da cavidade bucal (associação bacteriana e produção de LPS), algumas variáveis não puderam ser incluídas na metodologia (influência de tecidos periapicais, alterações térmicas da cavidade bucal, diversidade microbiana e disponibilidade de nutrientes).

Barthel et al.⁷ (1999) buscaram determinar se o tamanho das moléculas do corante e de bactérias influencia na infiltração. Noventa e seis canais foram obturados pela técnica de condensação lateral com AH 26, Ketac-Endo e Roth 801. Após a presa dos cimentos, as raízes foram expostas ao *S. epidermidis* durante 38 dias e imersas em fucsina básica por 48 horas. Houve penetração de bactérias em todos os grupos experimentais, porém, sem diferença estatística significativa. Os autores afirmaram que o tamanho da molécula pode ser um parâmetro incoerente quando se quer avaliar o selamento da obturação do canal radicular, pois não houve concordância entre os resultados dos dois testes. Concluíram que um tempo curto de permanência da raiz no corante é inadequado para avaliar a infiltração.

Moreira Jr et al.⁶¹ (1999) avaliaram in vivo dois métodos de infiltração microbiológica coronária. O método de cultura e identificação se mostrou mais completo que o método histobacteriológico.

Siqueira et al.⁸⁵ (2000) enfatizam que clinicamente a exposição da obturação endodôntica por um período curto de tempo deve ser considerada como um indicador de retratamento endodôntico. Os autores afirmam que é impossível determinar clinicamente se todo o sistema de canal foi contaminado após exposição à saliva. Embora diversos estudos in vitro sugiram que após infiltração coronária da obturação ocorra infecção do canal, essa hipótese não está bem demonstrada in vivo.

Timpawat et al.⁹⁸ (2001) avaliaram a infiltração cervical em dentes instrumentados e obturados pela técnica de condensação lateral com AH Plus,

Apexit ou Ketac-Endo, infectados por *E. faecalis* e observados diariamente entre 30 e 60 dias. Com 30 dias, não houve diferença entre os cimentos Ketac-Endo e AH Plus, mas o Apexit apresentou infiltração significativa. Após 60 dias, não houve diferença significativa entre Ketac-Endo e Apexit, porém o AH Plus mostrou melhores resultados. Concluiu-se que a resina epóxica presente no AH Plus foi responsável pela melhor adaptação da obturação às paredes dentinárias.

Balto⁵ (2002) avaliou a infiltração bacteriana em selamentos coronários realizados com Cavit, IRM e Dyract em 38 dentes humanos extraídos com coroas íntegras. Os canais foram obturados por injeção de guta percha termoplastificada (Obtura II) e cimento AH26 e divididos em 3 grupos de 10 e 2 controles com 4 espécimes cada. O grupo experimental recebeu selamento coronário com 3 mm de Cavit, IRM ou Dyract. O controle positivo não recebeu selamento e o negativo foi completamente impermeabilizado. Os espécimes foram montados em modelo de infiltração bacteriana, sendo metade dos espécimes de cada grupo inoculado com *E. faecalis* e a outra metade com *C. albicans*. Durante 30 dias os espécimes foram monitorados quanto à turbidez do meio de cultura disposto em sua porção apical. O IRM apresentou o pior selamento, permitindo a infiltração a partir do 10º dia, enquanto o Cavit e Dyract apenas a partir de duas semanas. Houve diferença estatística significativa entre Cavit e IRM e entre IRM e Dyract. Não houve diferença estatística entre os microrganismos.

Silva et al.⁸² (2002) avaliaram in vitro a infiltração coronária por *E. faecalis* em 39 canais obturados pela técnica de condensação lateral com Endofill ou Sealapex. Em 20 amostras de cada grupo, a suspensão de *E. faecalis* foi

renovada, diariamente, durante três dias, o que não ocorreu nas 19 restantes. Nas amostras em que a cultura microbiana não foi renovada, a turvação do meio de cultura foi observada em apenas dois dentes de cada grupo. Quando a cultura foi renovada diariamente, a turvação foi observada em 17 espécimes obturados com Endofill e em 7 obturados com Sealapex.

Shipper et al.⁸⁰ (2004) avaliaram a eficiência do selamento coronário em canais obturados por Resilon ou guta-percha durante um período de 30 dias, utilizando um modelo de infiltração bacteriana variando dois microrganismos: *S. mutans* e *E. faecalis*. As obturações realizadas com Resilon infiltraram significativamente menos que as realizadas com guta-percha.

Bortolini⁹ (2006) avaliou in vitro a penetração bacteriana nos túbulos dentinários e a permeabilidade de cimentos endodônticos submetidos à contaminação por *E. faecalis*. Para avaliação da permeabilidade, a porção coronária dos dentes foi inoculada com *E. faecalis* por 30 dias e a porção apical colocada em meio de cultura para a verificação da turvação do meio. O cimento EndoRez apresentou maior penetração bacteriana, seguido pelo cimento N-Rickert. AH Plus e Endo CPM-sealer foram semelhantes e permitiram pouca penetração bacteriana nos túbulos dentinários. Houve diferença em relação à penetração do microrganismo nos túbulos dentinários nas regiões cervical, média e apical.

Brosco et al.¹³ (2008) avaliaram a infiltração coronária bacteriana e o nível de penetração das bactérias nos canais radiculares e nos túbulos dentinários em canais obturados por diferentes técnicas. Cento e sessenta raízes palatinas de

molares superiores tiveram seus canais instrumentados e foram divididas em diferentes grupos, de acordo com a técnica de obturação utilizada (condensação lateral, sistema Microseal, Touch'n heat + sistema Ultrafil e técnica híbrida de Tagger) e com a extensão do material obturador remanescente (5mm e 10mm). Dez raízes adicionais foram utilizadas como controle. As raízes foram impermeabilizadas, esterilizadas em óxido de etileno e montadas em um dispositivo para avaliação da infiltração bacteriana. Para isso, o meio de cultura BHI inoculado com o microrganismo *E. faecalis* foi introduzido em contato com a porção coronária das raízes e o mesmo meio de cultura esterilizado inserido em contato com a porção apical das mesmas. A infiltração foi avaliada diariamente, durante 120 dias, sendo constatada quando o meio de cultura da porção apical tornava-se turvo. Após o teste de infiltração, as raízes foram analisadas microscopicamente para avaliação da penetração bacteriana nos canais radiculares e nos túbulos dentinários. No teste de infiltração, os grupos da condensação lateral, Touch'n heat + Ultrafil e Microseal apresentaram capacidade de selamento semelhante, sendo melhores que a técnica híbrida de Tagger, a qual apresentou a pior capacidade de selamento e os canais com 10mm de material obturador remanescente apresentaram melhor selamento que os canais com 5mm. Na avaliação microscópica, a técnica da condensação lateral permitiu menor penetração das bactérias tanto nos canais radiculares quanto nos túbulos dentinários, seguida pelos grupos do Touch'n heat + Ultrafil, Microseal e pela técnica híbrida de Tagger, a qual possibilitou a maior penetração bacteriana e os

canais com 10mm de material obturador remanescente apresentaram penetração bacteriana semelhante aos canais com 5mm.

2.4 *Enterococcus faecalis* na infecção endodôntica

Devido à possibilidade de permanência de microrganismos nos túbulos dentinários e ramificações do canal principal após preparo biomecânico e emprego do curativo de demora, uma das finalidades da obturação é o selamento de canalículos dentinários e ramificações do sistema de canais radiculares, com o objetivo de impedir a passagem de microrganismos que, porventura, tenham resistido à terapêutica endodôntica (Leonardo⁴⁸ 2005).

Para avaliação da infiltração pelo canal radicular torna-se oportuna a utilização de microrganismos relacionados aos casos de insucesso no tratamento endodôntico, buscando maior aproximação com as condições clínicas.

A microbiota de dentes com infecção primária e de retratamentos (insucesso) diferem qualitativa e quantitativamente. As infecções pulpares primárias caracterizam-se por serem polimicrobianas, com predominância de anaeróbios estritos e igual proporção de Gram-positivos e Gram-negativos (Sundqvist⁹⁰ 1998, Gomes et al.²⁷ 1996). Por outro lado, cepas de anaeróbios facultativos Gram-positivos são isolados com maior frequência nos retratamentos (Gomes et al.²⁷ 1996).

E. faecalis é um coco anaeróbio facultativo Gram-positivo que pode apresentar-se isolado, em pares ou em cadeias. Está associado a diferentes formas de infecções endodônticas primárias, sendo encontrado com maior frequência em

infecções endodônticas secundárias assintomáticas por ser capaz de invadir os túbulos dentinários e sobreviver durante e após o tratamento endodôntico por até 13 meses. Possui capacidade de competição com outros microrganismos, apresenta vários fatores de virulência e é resistente à privação nutricional (Gomes et al.³⁰ 2006, Rôças et al.⁷¹ 2004, Saleh et al.⁷² 2004, Sedgley et al.⁷⁸ 2005, Siqueira Jr et al.⁸⁵ 2000, Stuart et al.⁸⁹ 2006).

Diante disso, inúmeros trabalhos de infiltração coronária têm utilizado como microrganismo rastreador *E. faecalis* (Baumgartner et al.⁸ 2007, Hachmeister et al.³² 2002, Mangin et al.⁵⁴ 2003, Shipper et al.⁸⁰ 2004).

Sundqvist et al.⁹⁰ (1998) pesquisaram a microbiota presente em 54 canais radiculares com com lesão periapical persistente e necessidade de retratamento. Após remoção do material obturador foram realizados testes microbiológicos. Os dentes foram retratados e preservados por 5 anos. A microbiota apresentou-se composta principalmente por espécies únicas de microrganismos Gram-positivos, sendo *E. faecalis* a bactéria isolada e recuperada com maior frequência. A taxa de sucesso nos retratamentos foi de 74%.

Gomes et al.²⁹ (2004) identificando bactérias isoladas dos canais radiculares de 41 dentes com infecção primária e 19 com infecção secundária, constataram que nos casos de infecção secundária, *E. faecalis* foi o microrganismo predominantemente identificado.

Saleh et al.⁷² (2004) investigaram a ação antimicrobiana de diferentes cimentos endodônticos, utilizando 56 raízes infectadas durante 3 semanas com *E. faecalis*, divididas em 8 grupos: AH Plus, Grossman, Ketac-Endo, Apexit, Roeko

Seal Automix, Roeko Seal com primer, hidróxido de cálcio e controle negativo. As raízes foram armazenadas por 7 dias em estufa a 37°C e umidade de 96%, desgastadas com broca de Largo e a dentina removida foi submetida à cultura bacteriana. AH Plus e o cimento de Grossman foram os mais efetivos frente ao *E. faecalis*.

Sedgley et al.⁷⁸ (2005) buscaram explicar como *E. faecalis* poderia permanecer incubado em dentes tratados endodonticamente por longo tempo e sem nutrientes adicionais, avaliando a influência da densidade celular na sobrevivência de *E. faecalis* e sua capacidade de produção de gelatinase em canais radiculares. Foram instrumentados 150 dentes unirradiculares e divididos em 6 grupos (n=25). Em cada grupo, 10 dentes foram incubados com *E. faecalis* produtores de gelatinase e 10 incubados com *E. faecalis* mutantes. Os dentes dos grupos I e II foram incubados com bactérias em concentração 10^6 UFC/mL, por 48 horas a 37°C e obturados com gutta-percha e cimento de óxido de zinco e eugenol. Os canais dos grupos III, IV, V e VI foram incubados com 10^6 , 10^5 , 10^4 e 10^3 UFC/mL, respectivamente. Os dentes foram selados com cimento de ionômero de vidro. Os grupos I, III e VI foram incubados por 6 meses e o grupo II por 12 meses. *E. faecalis* foi recuperado de maneira viável entre 95-100% em todos os dentes obturados, mostrando-se presente nos túbulos dentinários dos dentes incubados por 48 horas, 6 meses e 12 meses. A densidade celular inicial e a produção de gelatinase não influenciaram na recuperação. *E. faecalis* se manteve viável por 13 meses, mesmo na ausência de nutrientes, mostrando que pode promover infecções subseqüentes a longo prazo.

Pizzo et al.⁶⁵ (2006) observaram a atividade antimicrobiana dos cimentos AH Plus, Endomethasone, Pulp Canal Sealer e Vcanalare (óxido de zinco e eugenol). Realizou-se teste de contato direto (DCT) com suspensão de 10µL de *E. faecalis* colocada por 20 minutos, 24 horas e 7 dias sobre as amostras que ficaram em contato com os cimentos por 1 hora a 37°C. O crescimento bacteriano foi medido por espectrofotômetro, em 30 minutos, 24 horas e 7 dias. Todos os cimentos apresentaram inibição bacteriana com 24 horas, com melhor efetividade para o cimento AH Plus. Após 7 dias, o Vcanalare foi o único a inibir o crescimento bacteriano. Concluiu-se que a atividade antimicrobiana depende do tempo de contato e que todos os cimentos mostraram atividade antimicrobiana, porém, no período de 7 dias, somente o Vcanalare foi eficaz.

Stuart et al.⁸⁹ (2006) fizeram uma revisão de literatura sobre a importância de *E. faecalis* no insucesso do tratamento endodôntico. Verificaram que *E. faecalis* aparece em casos de infecções primárias (entre 4 a 40% dos casos) e entre 24% a 77% dos casos de infecções secundárias, quase sempre em infecções crônicas assintomáticas. Isso ocorre devido à sua virulência, pois ele é capaz de invadir os túbulos dentinários, possui capacidade de competição com outros microrganismos e é resistente à privação nutricional. Uma técnica de irrigação eficiente e a combinação de clorexidina 2% com hipoclorito de sódio, atualmente, é o método mais efetivo para combater *E. faecalis* dentro do sistema de canais radiculares.

Pinheiro et al.⁶⁴ (2009) avaliaram a infiltração coroa-ápice da bactéria *E. faecalis* em incisivos centrais bovinos instrumentados e obturados com os

cimentos endodônticos AH Plus, Endofill, Epiphany, Acroseal e o cimento experimental à base do Polímero da mamona (Polifil). Foi confeccionado um dispositivo a ser adaptado na porção inferior de tubos de centrífuga (eppendorf). As raízes, previamente obturadas, foram inseridas nesse dispositivo até que 5mm se projetasse para fora do tubo plástico. A junção entre o tubo e a raiz foi selada com araldite, assim como a porção da raiz, externa ao recipiente, excluindo-se 1 mm ao redor do forame apical. Os dispositivos (eppendorf e raiz obturada) foram fixados em frasco tipo penicilina, contendo caldo BHI. Com auxílio de uma pipeta, 1mL da bactéria foi transferido ao caldo BHI e 400 µL de uma cultura recente foram transferidos para a porção superior do tubo. Durante 64 dias, a infiltração bacteriana foi detectada através da turvação do caldo. Os cimentos AH Plus e Endofill apresentaram resistência à infiltração bacteriana significativamente menor do que o Polifil, mas estatisticamente equivalentes entre si. Os cimentos Epiphany e Acroseal apresentaram resultados intermediários e equivalentes, mas sem diferença estatisticamente significante em relação aos outros cimentos.

3 PROPOSIÇÃO

3 Proposição

Avaliar a capacidade seladora após obturações endodônticas realizadas pela técnica de condensação lateral ativa com os cimentos Endofill, AH Plus, Sealer 26, Epiphany SE (Self-Etch), Activ GP, Sealapex, Endo CPM Sealer e CE-MTA por meio do teste de infiltração bacteriana pela via coronária utilizando a bactéria *E. faecalis* (ATCC 29212).

4 MATERIAL E MÉTODO

4 Material e Método

4.1 Aspectos Éticos

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Odontologia de Araraquara sob protocolo nº 03/08 (Anexo A). Todos os dentes utilizados nesta pesquisa foram adquiridos junto ao Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia de Araraquara.

4.2 Infiltração Bacteriana

4.2.1 Tratamento endodôntico

4.2.1.1 Seleção dos dentes

Para realização deste estudo foram selecionados 130 dentes unirradiculares humanos, com raízes completamente formadas e retas radiografadas nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal. Os dentes onde foi observada a presença de calcificações, curvaturas acentuadas e bifurcações foram descartados.

Após remoção dos tecidos moles e cálculos aderidos com o auxílio de curetas Gracey (S. S. White Artigos Dentário LTDA. – Juiz de Fora, MG - Brasil), os dentes foram descontaminados com solução de hipoclorito de sódio a 1%. As coroas foram seccionadas em máquina de corte Isomet, padronizando os remanescentes radiculares em 15 mm. Os remanescentes radiculares foram divididos em 8 grupos experimentais contendo 15 espécimes cada e dois grupos controle contendo 5 espécimes cada e, posteriormente, os mesmos foram armazenados em solução fisiológica para que permanecessem hidratados durante todo o experimento.

4. 2. 1. 2 **Preparo biomecânico dos canais radiculares**

Por meio da exploração dos canais radiculares, foi padronizado o diâmetro foraminal inicial equivalente à lima K#20. Foram descartadas as raízes que apresentaram diâmetro do forame apical maior que o correspondente ao da lima K#25.

O comprimento real do dente foi estabelecido pela introdução no canal radicular de lima K#10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) até que a extremidade do instrumento fosse observada no nível do forame apical, quando o limitador de penetração foi posicionado na borda coronária formada pela secção da raiz e o comprimento foi anotado. Em seguida, foi realizada a padronização do forame apical com instrumentação até o comprimento real do dente com limas K até a lima K#25.

O comprimento de trabalho foi determinado subtraindo-se 1 mm do comprimento real do dente. O batente apical foi ampliado neste comprimento até o diâmetro da lima K#40, caracterizando-se o instrumento memória. Em seguida, foi realizado o preparo biomecânico dos canais radiculares pela técnica de instrumentação escalonada com recuo progressivo programado até a lima K#60, repassando a cada troca de lima o instrumento memória, no comprimento real de trabalho.

Durante toda a instrumentação, a cada troca de instrumento, os canais foram irrigados com 2 mL de solução de hipoclorito de sódio a 1%, com auxílio de uma seringa Luer-Look (Duflex, S. S. White Artigos Dentários LTDA., Rio de Janeiro,

RJ - Brasil) e cânula de irrigação nº 30x4 (BD – Becton Dickinson Ind. Cirúrgicas LTDA., Rio de Janeiro, RJ - Brasil).

Após a instrumentação, a lima K#25 foi introduzida no comprimento total da raiz para realizar a limpeza do forame apical. Em seguida, os canais foram irrigados com solução fisiológica.

Previamente à obturação, os canais radiculares foram inundados com 2 mL de solução de EDTA a 17%, a qual foi mantida por 3 minutos sob agitação, para remoção da *smear layer*, seguida pela irrigação com 2 mL de solução fisiológica. Em seguida, o excesso de líquido dos canais foi aspirado com uma cânula e os mesmos foram secos com pontas de papel absorvente nº40 (Tanari, Manacapuru).

4. 2. 1. 3 Preparo do cimento obturador

As raízes de todos os grupos foram envoltos por gaze e presas em uma morsa para imobilização durante a obturação dos canais radiculares. Em seguida, os cimentos em estudo (Quadro 1) foram manipulados seguindo-se as normas dos fabricantes.

O cimento Endofill foi manipulado na proporção de 0,5g de pó para 5 gotas de líquido. A proporção pó-resina do cimento Sealer 26 foi de 2,0g de pó para 1,1g de resina. O cimento Endo CPM Sealer foi manipulado na proporção de 0,20g de pó para 0,05 mL de líquido (4:1), que é considerada uma proporção adequada para uso como cimento obturador de canais radiculares (Tanomaru-Filho et al.⁹⁵ 2009). O cimento Activ GP foi manipulado segundo as instruções do fabricante. Para os demais cimentos, que se apresentam na forma de pasta/pasta,

foram utilizados comprimentos iguais da pasta base e da pasta catalisadora. Todos os cimentos foram espatulados em placa de vidro até se obter uma mistura homogênea, livre de grânulos, com aspecto brilhante e com consistência de fio, ou seja, ao se erguer a espátula a 2 cm da placa de vidro, formou-se um fio que não se rompia em tempo inferior a 10 segundos. Esse procedimento foi realizado sob temperatura ambiente de 25°C.

Quadro 1 - Composição e fabricante dos cimentos avaliados

Cimento	Composição	Fabricante
AH Plus	Pasta A: resina epóxi; tungstênio de cálcio; óxido de zircônio; aerosil e óxido de ferro. Pasta B: amina adamantana; N, N-Dibercil-5-oxanonano-diamina-1,9; TCD-Diamina; tungsteanato de cálcio; óxido de zircônio; aerosil e óleo de silicone.	Dentsply/De Trey, Konstanz, Alemanha
Sealer 26	Pó: Trióxido de bismuto; Hidróxido de cálcio; Hexametileno tetramina; Dióxido de titânio Resina: Epóxi bisfenol	Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil
Epiphany	Resinas UDMA, PEGDMA, EBPADMA, BISGMA e metacrilatos; vidros barioborosilicato tratado com silano; sulfato de bário; sílica; hidróxido de cálcio; oxicloreto de bismuto com aminas; peróxidos; iniciador de fotopolimerização; estabilizadores e pigmentos.	Pentron Clinical Technologies, LLC., Wallingford, CT, USA
Sealapex	Pasta básica: Óxido de cálcio, óxido de zinco, compostos à base de sulfonamida e sílica. Pasta catalisadora: Trióxido de bismuto, resina polimetileno, metilsalicilato, dióxido de titânio, sílica e pigmentos, salicilato de isobutila.	Kerr Corp., CA, USA
Activ GP	Pó: silicato de cálcio (sílica; alumínio criolite; fluoretos; fluoretos de alumínio e fosfato de alumínio). Líquido: ácido poliacrílico	Brasseler USA, Dental Instrumentation, USA
Endofill	Pó: óxido de zinco; resina hidrogenada; subcarbonato de bismuto; sulfato de bário e borato de sódio. Líquido: eugenol e óleo de amêndoas doces.	Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil
Endo CPM Sealer	Trióxido mineral agregado: dióxido de silício; carbonato de cálcio; trióxido de bismuto; sulfato de bário; alginato de propilenoglicol; propilenoglicol; citrato de sódio; CaCl ₂ ; ingredientes ativos.	EGEO S.R.L. Sob licença de MTM Argentina S.A., Buenos Aires, Argentina
CE - MTA	Cimento Portland branco, radiopacificador, aditivos, veículo	Faculdade de Odontologia de Araraquara

4. 2. 1. 4 **Obturação dos canais radiculares**

Um passo comum para todos os grupos experimentais foi a aplicação do cimento obturador nas paredes dos canais radiculares com o auxílio de lima K#40, no comprimento de trabalho (técnica clássica), previamente à obturação. A técnica de condensação lateral ativa foi empregada conforme descrita por Leonardo⁴⁸ (2005). O cimento endodôntico foi levado ao canal radicular com auxílio de lima K, seguido pela introdução do cone de guta-percha/Resilon principal nº 40 envolto em cimento. Os cones auxiliares “FF” e “F” (Tanari Ind. LTDA. Manacapuru, AM, Brasil) foram introduzidos nos terços apical e médio/cervical, por meio da condensação lateral usando espaçadores digitais “B” e “C” (Dentsply – Maillerfer – Ballaigues, Suíça), respectivamente.

Foram utilizados cones de guta-percha, com exceção dos cimentos Epiphany SE (Self-etch) (Pentron, Wallingford, CT, USA) e Activ GP onde foram utilizados cones Resilon e cones revestidos por ionômero de vidro, respectivamente. Em todos os grupos foi realizado o corte da obturação ao nível cervical radicular, com um condensador aquecido e, em seguida, a condensação vertical, utilizando-se um condensador frio. No grupo Epiphany SE (Self-etch)/Resilon, após a obturação e remoção do excesso de cimento da entrada do canal, foi realizada fotopolimerização por 40 segundos do terço cervical da obturação.

Todos os dentes foram radiografados nos sentidos vestibulo-lingual e mesio-distal para verificação da qualidade da obturação.

Os 5 espécimes do grupo controle positivo foram obturados sem uso de cimento endodôntico. Os 5 espécimes do grupo controle negativo não foram obturados.

Após obturação, os dentes foram armazenados em meio úmido. Para tanto, os espécimes foram posicionados sobre gazes úmidas dentro de recipientes plásticos com tampa, identificados de acordo com o cimento. Depois de tampados, esses recipientes foram levados à estufa a 37°C, durante 7 dias, para total presa do cimento obturador.

4. 2. 2 Avaliação Microbiológica

4. 2. 2. 1 Impermeabilização dos remanescentes radiculares

Para facilitar o manuseio dos remanescentes radiculares, palitos de madeira foram introduzidos na embocadura dos canais, fixados com cera utilidade.

Em seguida, foi realizada a impermeabilização da superfície externa dos 130 dentes com duas camadas de adesivo epóxi Araldite de presa rápida (10 minutos). Nos remanescentes radiculares dos grupos experimentais e controle positivo, a impermeabilização não foi realizada nas proximidades da embocadura do canal radicular e do forame apical, numa extensão média de 1 mm ao redor dos mesmos. Nos remanescentes radiculares do grupo controle negativo, a impermeabilização incluiu a região do forame apical, permanecendo sem camada impermeabilizadora apenas a embocadura dos canais radiculares.

4. 2. 2. 2 Montagem dos remanescentes radiculares em eppendorfs e esterilização dos conjuntos

Os remanescentes radiculares foram montados em um dispositivo para infiltração bacteriana. Para tanto, foram utilizados microtubos de polipropileno (tubos para centrifuga do tipo eppendorf) com capacidade de 1,5mL. A extremidade menor (fundo) dos eppendorfs foi seccionada transversalmente com um disco de carborundum, de tal forma que, ao inserir os remanescentes radiculares, aproximadamente 5 mm da sua porção apical ficasse projetada para fora do tubo plástico (Figura 1).

A junção entre o remanescente radicular e o eppendorf foi selada com Araldite de presa rápida. Após a montagem dos remanescentes radiculares, os eppendorfs foram identificados com o número correspondente de cada amostra e cada conjunto (remanescente radicular e eppendorf) e embalados individualmente para esterilização em gás de óxido de etileno (ACECIL – Central de Esterilização Com. Ind. Ltda., Campinas, SP, Brasil) a 56°C.

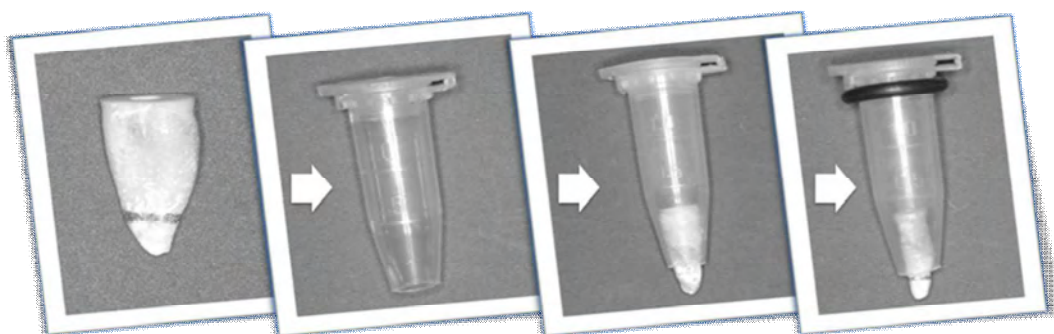


FIGURA 1- Montagem dos remanescentes radiculares em tubos tipo eppendorf.

4. 2. 2. 3 Montagem do dispositivo para o teste de infiltração

Cento e trinta frascos de vidro (tipo penicilina) foram lavados, secos e tamponados com algodão. A seguir, foram embalados e esterilizados em estufa, a 160°C, durante 120 minutos.

O caldo de BHI (Brain Heart Infusion - Difco Laboratories-Becton Dickinson and Company - USA) foi preparado segundo as instruções do fabricante (proporção de 37g de pó para 1000 mL de água destilada), autoclavado a 120°C durante 20 minutos e mantido em geladeira por 24 horas, quando foram dispensados, em câmara de fluxo laminar, 7 mL do meio nos frascos de vidro tipo penicilina esterilizados.

O procedimento citado a seguir foi realizado no interior de uma câmara de fluxo laminar para evitar contaminação dos espécimes e todos os instrumentos utilizados foram previamente esterilizados.

O dispositivo (Figura 2) foi montado de modo que a porção apical dos remanescentes radiculares (que se encontrava na parte externa dos eppendorfs) ficasse imersa no caldo de BHI (Figura 3). A junção entre o eppendorf e o frasco de vidro foi preenchida com Araldite de presa rápida (Figura 4) e a parte superior do dispositivo foi recoberta com papel alumínio estéril e parafilme (Parafilm M – American National Can. - USA).

Os dispositivos foram identificados numericamente e mantidos em estufa a 37°C, durante quatro dias, para confirmação da esterilidade do conjunto. A amostra que mostrasse turvação do caldo BHI era descartada.



FIGURA 2 - Montagem do dispositivo para o teste de infiltração.



FIGURA 3 - Porção apical do remanescente radicular imersa em caldo BHI.



FIGURA 4- Junção entre o eppendorf e o frasco de vidro preenchida com adesivo.

4. 2. 2. 4 Preparo do microrganismo

Assim como a montagem final do dispositivo para infiltração, todas as etapas de ativação do microrganismo e do teste de infiltração coronária foram realizadas no interior da câmara de fluxo laminar para evitar contaminação das amostras.

Para avaliar a infiltração coronária das obstruções foi empregada uma cepa padrão de *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212). Após confirmação da pureza da cepa utilizada, realizada pela coloração de Gram e morfologia da colônia, o microrganismo foi reativado em 4,0mL de caldo BHI esterilizado e mantido em estufa a 37°C, durante 24 horas. Essa alíquota, contendo *E. faecalis*, foi transferida para um Elenmeyer contendo 100mL de caldo BHI esterilizado e incubado em estufa a 37°C, durante 15 horas.

Previamente ao teste de infiltração coronária, foi realizada a contagem do número de *E. faecalis* presentes no caldo BHI por meio de diluição decimal seriada. As alíquotas foram semeadas em placas contendo Tryptic Soy Agar

(Difco Laboratories – Becton Dickinson and Company - USA) e incubadas a 37°C, por 24 horas. Este procedimento foi realizado em triplicata. Após o período de incubação foi realizada a contagem de unidades formadoras de colônia por mililitro dos microrganismos, padronizando o inóculo em 10^9 UFC/mL.

4. 2. 2. 5 Teste de infiltração coronária

Para o teste de infiltração coronária, alíquotas de 500µL da cultura de *E. faecalis* padronizadas foram transferidas para a parte superior dos tubos eppendorfs, ficando em contato com a porção coronária das obturações.

Após sete dias, o caldo de BHI inoculado com *E. faecalis* foi trocado por uma nova alíquota de 500µL de caldo BHI estéril, sem que novos microrganismos fossem adicionados, até o final do experimento. A porção removida foi utilizada para o teste de viabilidade bacteriana.

As amostras foram observadas diariamente, por um período de 120 dias, sendo a infiltração coronária constatada quando o meio BHI em contato com a porção apical do remanescente radicular turvasse, indicando a passagem de *E. faecalis* através da obturação do canal radicular (Figura 5).



FIGURA 5 -Amostra sem infiltração bacteriana (56) e amostra com infiltração bacteriana (47) evidenciada pela turvação do meio de cultura.

4. 2. 2. 6 Teste de viabilidade bacteriana

Semanalmente, a cada troca do caldo BHI, metade dos espécimes de cada grupo foi escolhido, seqüencialmente, para realização do teste de viabilidade bacteriana.

Para confirmação da viabilidade, 100 μ L do caldo presente na parte superior do eppendorf (que seriam descartados) foram transferidos para tubos de rosca de 13x100mm, contendo 4mL de caldo BHI estéril, e mantidos em estufa a 37°C. A viabilidade da bactéria foi constatada através da turvação do meio de cultura.

4. 2. 2. 7 Testes das amostras com infiltração

Ao apresentar infiltração coronária, evidenciada pela turvação do meio de BHI em contato com a porção apical do remanescente radicular, o dispositivo de infiltração era desmontado. Uma parte do caldo BHI turvo, presente no frasco

de vidro, foi utilizado para confecção de um esfregaço e posterior confirmação da morfologia celular, utilizando a coloração de Gram. A outra parte do caldo de BHI turvo foi inoculada em uma placa contendo meio de cultura TSA para a constatação do crescimento de *E. faecalis* e confirmação da morfologia colonial (Figura 6). Por meio desses dois testes, morfologia microscópica (celular) e morfologia macroscópica (colonial), foi confirmada a infiltração coronária do espécime.



FIGURA 6 - Avaliação da morfologia colonial de *E. faecalis* nas amostras com infiltração.

Decorridos 120 dias, período em que foi analisada a infiltração coronária das obturações, os remanescentes radiculares que não apresentaram infiltração foram desmontados dos dispositivos e o meio de cultura sem turvação foi semeado pela técnica de esgotamento em placa de Petri contendo meio de cultura estéril TSA e também inoculado em tubos de rosca contendo 4mL de caldo BHI estéril e mantidos em estufa a 37°C durante 48 horas, sendo observados a cada 12 horas, para confirmação da ausência de crescimento de microrganismos.

4.3 Forma de análise dos resultados

Os dados obtidos com os resultados da infiltração coronária foram tabulados e submetidos à análise estatística, utilizando os testes Kaplan-Meier, Kruskal-Wallis e comparações pareadas de Dunn em nível de 5% de significância.

5 RESULTADO

5 Resultado

De um total de 130 remanescentes radiculares avaliados, três espécimes foram descartados durante o período de observação da esterilidade dos dispositivos, sendo um espécime do grupo Activ GP e dois espécimes do grupo CE-MTA, pois houve contaminação do meio de cultura durante a montagem do dispositivo.

Todos os dispositivos do grupo controle positivo apresentaram turvação do meio de cultura demonstrando infiltração coronária nas primeiras 24 horas, evidenciando que obturações sem uso de cimento endodôntico permitem rápida infiltração de bactérias entre o material obturador e a parede do canal radicular.

Nenhum dos dispositivos do grupo controle negativo apresentou turvação do meio de cultura durante o período experimental, comprovando a eficácia da impermeabilização externa das raízes e adaptação da raiz ao eppendorf com adesivo de presa rápida – Araldite, o qual foi capaz de impedir a infiltração coronária bacteriana neste grupo.

O Quadro 2 apresenta o número de espécimes que apresentou infiltração coronária bacteriana nos diferentes grupos experimentais, durante o período de avaliação (120 dias), sendo o grupo I representado pelo Endofill, grupo II: AH Plus, grupo III: Sealer 26, grupo IV: Epiphany SE, grupo V: Activ GP, grupo VI: Sealapex, grupo VII: Endo CPM Sealer e grupo VIII: CE-MTA.

Quadro 2 – Número de espécimes que apresentou infiltração coronária nos diferentes grupos experimentais, durante o período de avaliação (120 dias)

Dias	Grupos								Total
	I N=15	II N=15	III N=15	IV N=15	V N=14	VI N=15	VII N=15	VIII N=13	
1	2	2				2	5	1	12
2		1	1					1	3
3	1		1				2		4
4	1						1		2
5			1		1				2
6				1					1
10					1	1			2
11			1						1
12								1	1
13	1		1			1			3
14							1		1
15	1				1			1	3
20	1		1	1				3	6
23						1			1
24			1						1
26		1		1					2
27		1	1			1		1	4
28	1				1				2
29				1	1				2
30					1	1			2
31							1		1
32					1				1
33			1	1					2
35								1	1
41				1					1
42					2				2
47				1					1
51	1								1
52				1					1
53								1	1
55		2							2
56				1	1				2
59					1				1
65					1				1
69				1					1
70						1			1
74		1							1
79					1				1
82					1				1
84							1		1
85				1			1		2
88	1								1
89	1								1
90								1	1
97						1			1
99				1					1
104						1			1
109		1	1						2
111							1		1
113	1								1
115								1	1
119						1			1
Total	12	9	10	12	14	11	13	12	93

Durante o período de avaliação, 93 espécimes dos grupos experimentais apresentaram infiltração coronária bacteriana, evidenciada por meio da turvação do meio de cultura. A cada amostra que apresentava turvação, o conjunto era desmontado para que se realizasse a avaliação da morfologia celular e morfologia colonial por meio da coloração de Gram e pela técnica de semeadura por esgotamento, respectivamente. Em todos os casos foi comprovado que o inóculo bacteriano estava puro, ou seja, continha somente *Enterococcus faecalis*.

A Figura 7 apresenta o número total de espécimes que apresentou infiltração bacteriana em função dos meses de avaliação. No primeiro mês, 55 remanescentes radiculares (59,14%) apresentaram infiltração coronária, sendo que 19 deles infiltraram nas primeiras 72 horas. No segundo mês, 17 remanescentes radiculares (18,28%) apresentaram infiltração coronária, totalizando 72 espécimes. No terceiro mês, 12 remanescentes radiculares (12,90%) apresentaram infiltração coronária, totalizando 84 espécimes. No quarto mês, 9 remanescentes radiculares (9,68%) apresentaram infiltração coronária, totalizando 93 espécimes.

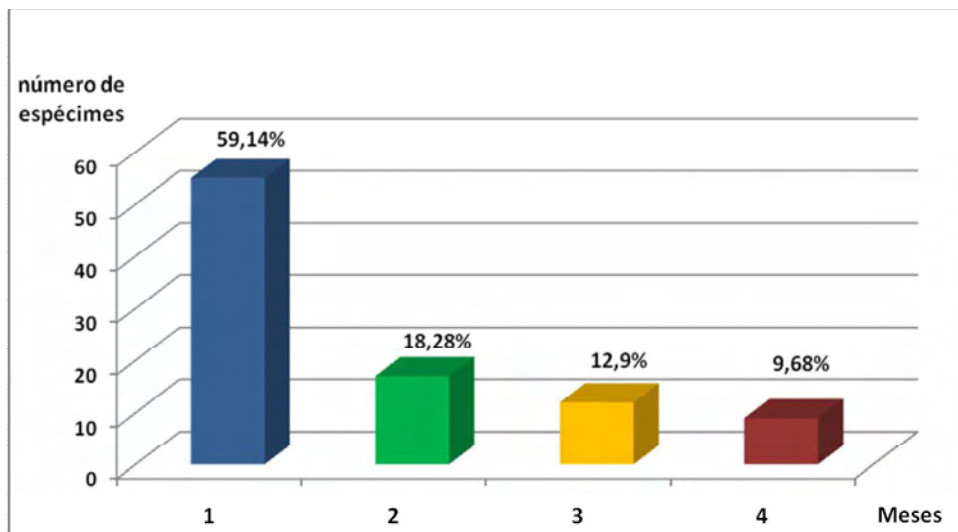


FIGURA 7 - Distribuição do número de espécimes infiltrados em função dos meses de avaliação.

Na Figura 8 pode-se observar o número de espécimes que apresentou infiltração coronária nos diferentes grupos. O Quadro 3 demonstra o número de espécimes com ou sem infiltração coronária correspondente aos diferentes grupos avaliados, observando-se que o cimento AH Plus apresentou a menor porcentagem de espécimes infiltrados (60,0%) e os cimentos CE-MTA (92,3%) e Activ GP (100,0%) apresentaram maior porcentagem de infiltração quando comparados aos demais cimentos. Nas amostras que não apresentaram turvação, o conjunto foi desmontado para que se realizasse a confirmação da ausência de crescimento de microrganismos. Em todos os casos foi comprovado que o caldo BHI apresentava-se estéril, ou seja, não continha *Enterococcus faecalis* ou outro microrganismo.

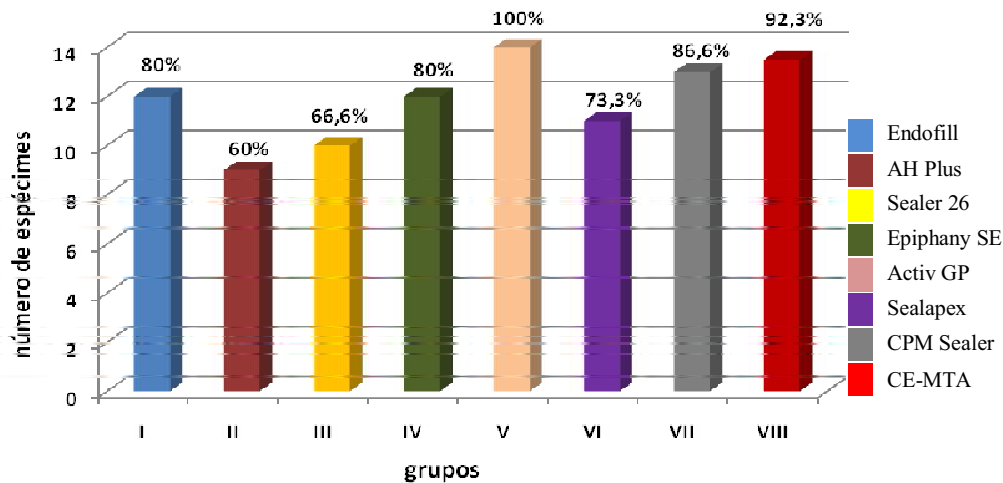


FIGURA 8 – Número de espécimes que apresentou infiltração coronária nos diferentes grupos.

Quadro 3 – Número de espécimes que apresentou ou não infiltração coronária correspondente aos diferentes cimentos avaliados

Grupo	Cimento endodôntico	Amostra (n)	Com infiltração	Sem infiltração
I	Endofill	15	12 (80,0%)	3
II	AH Plus	15	9 (60,0%)	6
III	Sealer 26	15	10 (66,6%)	5
IV	Epiphany SE	15	12 (80,0%)	3
V	Activ GP	14	14 (100,0%)	0
VI	Sealapex	15	11 (73,3%)	4
VII	Endo CPM Sealer	15	13 (86,6%)	2
VIII	CE-MTA	13	12 (92,3%)	1
C+	Controle positivo	5	5 (100,0%)	0
C-	Controle negativo	5	0	5

A partir dos dados obtidos, realizou-se a análise estatística dos resultados. O método não-paramétrico de Kaplan-Meier foi usado para estimar, em relação a cada cimento obturador deste estudo, a função que representa a proporção de espécimes que permaneceram sem apresentar infiltração bacteriana em determinado tempo (Quadro 4). Considerou-se adequado o teste de Kruskal-Wallis para comparar os cimentos quanto ao tempo de resistência à infiltração até 120 dias. Este procedimento de análise foi complementado por comparações múltiplas pelo teste de Dunn. Adotou-se o nível de significância de 5% para a tomada de decisões.

O teste de Kruskal-Wallis apontou evidência de diferença significativa entre os cimentos obturadores quanto à proporção de resistência à infiltração (sobrevivência) ($p < 0,05$) durante o tempo do estudo, que foi avaliado semanalmente. Para identificar os cimentos com efeitos diferentes foram realizadas comparações múltiplas pelo teste de Dunn. O resultado é mostrado na Tabela 1, onde se identificam os cimentos com efeitos diferentes, significativamente em relação à resistência à infiltração, ao nível de significância de 5%.

Quadro 4 – Resistência à infiltração coronária (sobrevivência) em diferentes períodos de tempo

Período (dias)	Endofill	AH Plus	Sealer 26	Epiphany	Activ GP	Sealapex	CPM Sealer	CE-MTA
0-7	0.73330	0.800	0.80000	0.93330	0.92860	0.86670	0.46670	0.84620
8-14	0.66670	0.800	0.66670	0.93330	0.85710	0.73330	0.40000	0.76920
15-21	0.53330	0.800	0.60000	0.86670	0.78570	0.73330	0.40000	0.46150
22-28	0.46670	0.667	0.46670	0.80000	0.71430	0.60000	0.40000	0.38460
29-35	0.46670	0.667	0.40000	0.66670	0.50000	0.53330	0.33330	0.30770
34-42	0.46670	0.667	0.40000	0.60000	0.35710	0.53330	0.33330	0.30770
41-49	0.46660	0.667	0.40000	0.53330	0.35710	0.53330	0.33330	0.30770
50-56	0.40000	0.533	0.40000	0.40000	0.28570	0.53330	0.33330	0.23080
57-63	0.40000	0.533	0.40000	0.40000	0.21430	0.53330	0.33330	0.23080
64-70	0.40000	0.533	0.40000	0.33330	0.14290	0.46660	0.33330	0.23070
71-77	0.40000	0.467	0.40000	0.33330	0.14280	0.46660	0.33330	0.23070
78-84	0.40000	0.467	0.40000	0.33330	0.00000	0.46660	0.26660	0.23070
85-91	0.26660	0.467	0.39990	0.26660	0.00000	0.46660	0.26660	0.15380
92-98	0.26660	0.467	0.39990	0.26660	0.00000	0.40000	0.26660	0.15380
99-105	0.26660	0.467	0.39990	0.20000	0.00000	0.33330	0.26660	0.15380
106-112	0.26660	0.400	0.33330	0.20000	0.00000	0.33330	0.20000	0.15380
113-120	0.20000	0.400	0.33330	0.20000	0.00000	0.26660	0.19990	0.07690

Tabela 1 – Comparação da infiltração coronária bacteriana ente os diferentes grupos, pelo teste estatístico de Dunn, com nível de significância de 5%

Comparação	Diferença de postos médios
Endofill x AH Plus	-28,71
Endofill x Sealer 26	-4,765
Endofill x Epiphany SE	-2,912
Endofill x Activ GP	23,21
Endofill x Sealapex	-19,56
Endofill x Endo CPM	24,41
Endofill x CE-MTA	26,21
AH Plus x Sealer 26	23,94
AH Plus x Epiphany SE	25,79
AH Plus x Activ GP	51,91**
AH Plus x Sealapex	9,147
AH Plus x Endo CPM	53,12**
AH Plus x CE-MTA	54,91**
Sealer 26 x Epiphany SE	1,853
Sealer 26 x Activ GP	27,97
Sealer 26 x Sealapex	-14,79
Sealer 26 x Endo CPM	29,18
Sealer 26 x CE-MTA	30,97
Epiphany SE x Activ GP	26,12
Epiphany SE x Sealapex	-16,65
Epiphany SE x Endo CPM	27,32
Epiphany SE x CE-MTA	29,12
Activ GP x Sealapex	-42,76*
Activ GP x Endo CPM	1,206
Activ GP x CE-MTA	3,000
Sealapex x Endo CPM	43,97*
Sealapex x CE-MTA	45,76*
Endo CPM x CE-MTA	1,794

*diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)** diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$)

A Figura 9 mostra o “gráfico de sobrevivência” obtido pelo método de Kaplan-Meier que fornece a proporção de espécimes que resistiram à infiltração bacteriana em determinados períodos até 120 dias. Por este gráfico e o resultado das comparações pelo teste de Dunn (Tabela 1), verifica-se que os cimentos AH Plus e Sealapex apresentaram maior resistência à infiltração bacteriana, sendo estatisticamente diferentes em relação aos cimentos Activ GP, Endo CPM Sealer e CE-MTA. Os cimentos Sealer 26, Epiphany SE e Endofill apresentaram resultados intermediários e equivalentes, porém, sem diferença estatisticamente significativa em relação aos demais cimentos. Os cimentos Activ GP, Endo CPM Sealer e CE-MTA apresentaram menor resistência à infiltração coronária que os demais cimentos, porém, sem diferença estatisticamente significativa em relação aos cimentos Sealer 26, Epiphany SE e Endofill.

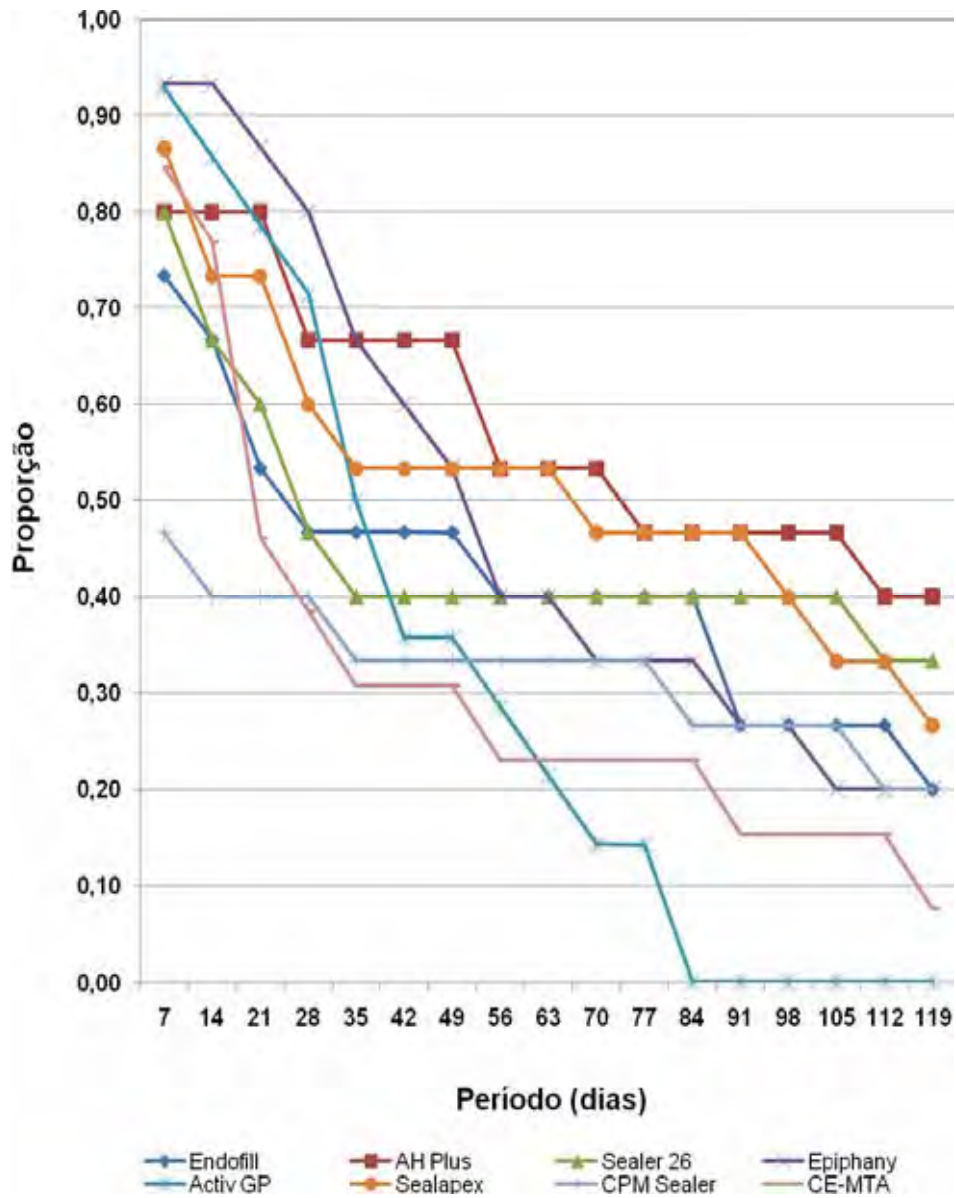


FIGURA 9 – Gráfico da resistência à infiltração bacteriana dos diferentes grupos.

6 DISCUSSÃO

6. Discussão

6. 1 Discussão da Metodologia

6. 1. 1 Seleção do tema

A influência da infiltração no insucesso do tratamento endodôntico tem motivado estudos de microinfiltração coronária e apical^{15,26,50-51,79-80,91,98,109}.

O método mais utilizado para avaliar a infiltração foi por muito tempo a medição linear de um marcador (corante ou radioisótopo) ao longo da obturação endodôntica. Wu, Wesselink¹⁰⁹ (1993) relatam um aumento significativo nos estudos sobre infiltração a partir do final dos anos 80. Em função do alto índice de variação nos resultados, os autores sugerem que novas metodologias de infiltração sejam pesquisadas e, ainda, que pesquisas de infiltração em obturações endodônticas utilizem dentes com tamanho e anatomia similares e ambiente com vácuo ou pressão positiva.

Ao final dos anos 80, estudos in vitro de infiltração de microrganismos e seus subprodutos em diferentes cimentos obturadores passaram a ser realizados com frequência^{15,19,26,43,52,79-80,85,98-99,101,108,110}, muitos deles utilizando cepas de *E. faecalis*^{8,13,32,54,64-65,72,78,80-81,89}.

As pesquisas in vitro apresentam limitações por não permitirem a associação de diferentes aspectos intrínsecos à cavidade bucal que podem influenciar na infiltração, como diversidade de microrganismos e suas interações e restrições nutricionais, resistência orgânica do paciente, ação mastigatória, ciclagem térmica e impacção alimentar. Além disso, algumas variáveis são de

difícil padronização, como habilidade do operador, anatomia dentária, materiais, técnicas de obturação e extensão do preparo radicular^{38,70}.

Porém, os experimentos *in vitro* permitem o controle de variáveis, favorecendo as condições para perpetuação bacteriana por meio de suprimento nutricional fornecido por meios de cultura, temperatura ótima e estável para o crescimento bacteriano, requerimento gasoso para microrganismos específicos e ausência de competição entre diferentes microrganismos.

6. 1. 2 Seleção e preparo da amostra

Dentes humanos extraídos foram utilizados nessa pesquisa por permitirem simular as condições clínicas inerentes ao tratamento endodôntico. A seleção dos dentes objetivou a uniformização da amostra, a fim de evitar variação da sua condição, sendo selecionados dentes unirradiculares, com comprimento radicular mínimo de 15 mm, canal único, reto e rizogênese completa. Foram descartadas as raízes com diâmetro do forame apical maior que o correspondente ao da lima K#25 e aquelas que possuíam curvatura, calcificações, bifurcações ou qualquer anomalia anatômica. Após a seleção, os dentes foram distribuídos em grupos, aleatoriamente.

Camps, Pashley¹⁴ (2003) também utilizaram dentes unirradiculares para avaliação da infiltração coronária. Wu, Wesselink¹⁰⁹ (1993) enfatizam que o comprimento e anatomia das raízes e o diâmetro dos forames são variáveis importantes que devem ser controladas. Observaram ainda que a padronização das amostras com seleção de dentes unirradiculares, de único canal e formas

anatômicas semelhantes entre si, permite uniformizar as condições de preparo dos canais radiculares.

Os dentes foram armazenados em solução fisiológica para que permanecessem hidratados durante todo o experimento. Estes procedimentos também foram realizados por outros autores^{2,5,7,77}. Além disso, foi realizada a remoção da coroa dentária previamente à realização do tratamento endodôntico, assim como realizado por Pinheiro et al.⁶⁴ (2009).

6. 1. 3 Técnica de preparo biomecânico

O comprimento real do dente foi estabelecido pela introdução no canal radicular de uma lima até que a extremidade do instrumento fosse observada no nível do forame apical¹², por ser um método prático e confiável de determinação do comprimento real do dente.

A padronização do diâmetro do forame apical foi realizada por meio da instrumentação do canal, no comprimento real do dente, com limas K até a lima K#25, assim como Siqueira Jr et al.⁸⁵ (2000) que padronizaram o diâmetro do forame apical com lima #20, mantendo assim a área de contato da obturação com o meio de cultura similar em todos os dentes durante o teste de infiltração.

O preparo biomecânico foi realizado pela técnica de instrumentação escalonada com recuo progressivo programado, de acordo com Leonardo⁴⁸ (2005), baseando-se, principalmente, em sua facilidade de realização e ampla utilização clínica e em pesquisas científicas, sendo realizada por um único

operador com o objetivo de eliminar possíveis variáveis que pudessem ocorrer em instrumentações realizadas por diferentes operadores.

Para irrigação e inundação foi utilizada solução de hipoclorito de sódio a 1% (solução de Milton), que possui propriedades bactericidas, além de auxiliar na lubrificação do canal radicular durante sua instrumentação e permitir que os detritos fiquem nele suspensos, facilitando sua remoção. Após esse procedimento, foi realizada nova irrigação com solução fisiológica para remoção do excesso de hipoclorito de sódio.

O desbridamento foraminal foi realizado com o intuito de remover possíveis resíduos que pudessem permanecer na região apical do canal, permitindo assim o contato direto entre a porção apical da obturação e o meio de cultura do dispositivo, sendo este procedimento também realizado por Khayat et al.⁴³ (1993) e Torabinejad et al.⁹⁹ (1990).

Ao final da instrumentação foi utilizada solução de EDTA 17% por três minutos, sob agitação, para remoção da *smear layer*, com o objetivo de maximizar a limpeza das paredes do canal radicular e melhorar as condições de selamento da obturação^{76,105}. Embora alguns estudos não demonstrem diferenças de selamento coronário na presença de *smear layer*^{19,107}, a maioria revela que a *smear layer* afeta negativamente o selamento coronário, pois se interpõe entre a parede do canal e o material obturador e por este motivo deve ser removida^{76,105}.

6. 1. 4 Técnica de obturação

As raízes foram presas a uma morsa com auxílio de uma gaze para que permanecessem imóveis e facilitasse a realização da obturação pelo operador.

Para obturação foi empregada a técnica de condensação lateral ativa, conforme descrita por Leonardo⁴⁸ (2005). Essa técnica de obturação é a mais utilizada, tanto na clínica endodôntica, devido à sua facilidade de realização, praticidade, eficiência e controle da extensão da obturação⁴¹, quanto em trabalhos de infiltração^{14,66,110-111,118}.

Após a obturação dos canais radiculares, todos os espécimes foram radiografados para observação da qualidade da obturação. Dessa maneira, todos os espécimes utilizados na presente pesquisa apresentavam obturações radiograficamente satisfatórias, ou seja, bem condensadas e com ausência de vazios, como preconizado por Siqueira Jr et al.⁸⁵ (2000).

Após a obturação, os dentes foram armazenados em meio úmido a 37°C, durante sete dias para garantir total presa do cimento obturador. Outros autores utilizaram esse mesmo tempo e condições de armazenamento^{111,113}.

A impermeabilização dos remanescentes radiculares também foi realizada após a sua obturação, com o objetivo de evitar que os microrganismos inoculados durante o teste de infiltração coronária penetrassem através da superfície externa da raiz, túbulos dentinários ou canais laterais e acessórios e chegassem ao meio de cultura por outra via que não fosse a obturação do canal, desde a sua porção coronária até a apical. Nos remanescentes radiculares dos grupos experimentais e controle positivo, a impermeabilização não foi realizada

nas proximidades da embocadura do canal radicular e do forame apical, numa extensão média de 1 mm ao redor dos mesmos. Nos remanescentes radiculares do grupo controle negativo, a impermeabilização incluiu a região do forame apical, permanecendo sem camada impermeabilizadora apenas a embocadura dos canais radiculares, a fim de avaliar a eficácia do material impermeabilizante (Araldite de presa rápida), ou seja, se ele impedia a passagem dos microrganismos.

6. 1. 5 Cimentos endodônticos

Há atualmente no mercado diversos cimentos, sendo possível agrupá-los de acordo com sua constituição química: cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, à base de ionômero de vidro, à base de MTA, aqueles que contêm hidróxido de cálcio e os cimentos resinosos⁴⁸.

Diante da grande variedade de cimentos, este trabalho procurou selecionar um ou mais cimentos endodônticos de cada grupo: materiais à base de resina como o AH Plus, Sealer 26, Epiphany SE/Resilon; cimentos que contêm hidróxido de cálcio como o Sealapex; à base de ionômero de vidro como o Activ GP; ou mesmo à base de Mineral Trióxido Agregado como o Endo CPM Sealer e o CE-MTA (cimento endodôntico experimental à base de MTA), e assim pesquisar a sua capacidade seladora.

A manipulação dos cimentos endodônticos foi realizada buscando-se a consistência mais adequada, segundo as instruções do fabricante e trabalhos na literatura. O cimento Endofill foi manipulado na proporção de 0,5g de pó para 5 gotas de líquido. A proporção pó-resina do cimento Sealer 26 foi de 2,0g de pó

para 1,1g de resina. O cimento Endo CPM Sealer foi manipulado na proporção de 0,20g de pó para 0,05 mL de líquido (4:1), que é considerada uma proporção adequada para uso como cimento obturador de canais radiculares⁹⁵. O cimento Activ GP foi manipulado segundo as instruções do fabricante. Para os demais cimentos, que se apresentam na forma de pasta/pasta, foram utilizados comprimentos iguais da pasta base e da pasta catalisadora.

Todos os cimentos foram espatulados em placa de vidro até se obter uma mistura homogênea, livre de grânulos, com aspecto brilhante e com consistência de fio, ou seja, ao se erguer a espátula a 2 cm da placa de vidro, formou-se um fio que não se rompia em tempo inferior a 10 segundos. Esse procedimento foi realizado sob temperatura ambiente de 25°C. Além disso, cada porção do cimento foi preparada e utilizada para obturação de 3 canais somente, sendo descartado o restante do cimento, a fim de respeitar o tempo de presa inicial de cada cimento.

6. 1. 6 Utilização do *Enterococcus faecalis*

E. faecalis é um coco anaeróbio facultativo Gram-positivo que pode aparecer isolado, em pares ou em cadeias. Está associado a diferentes formas de infecções endodônticas primárias, sendo encontrado com maior frequência em infecções endodônticas secundárias assintomáticas por ser capaz de invadir os túbulos dentinários e sobreviver durante e após o tratamento endodôntico por até 13 meses. Possui capacidade de competição com outros microrganismos, apresenta vários fatores de virulência e é resistente à privação nutricional^{30,71-72,78,85,89}.

Diante disso, a presente pesquisa e outros trabalhos de infiltração coronária têm utilizado como microrganismo indicador *E. faecalis*^{8,32,54,64,80-81}.

6. 1. 7 Método de avaliação

Diferentes métodos têm sido utilizados para verificar a capacidade de selamento dos cimentos obturadores de canal radicular, sendo a infiltração avaliada in vitro e in vivo utilizando: infiltração de corantes^{50-51,63,68,75,91-92}, infiltração de radioisótopos^{40,55}, filtragem de fluidos^{102,104} e infiltração de microrganismos e seus subprodutos^{15,19,26,43,52,64,79-80,85,98-99,101,108,110,116}.

Para avaliação da infiltração bacteriana, no terço coronário da raiz é inserido o meio de cultura inoculado com a bactéria a ser estudada, e a porção apical da mesma é mantida em contato com meio de cultura esterilizado adequado para crescimento bacteriano. Quando o meio de cultura no qual o ápice é inserido torna-se turvo^{2,8,32,56,85} ou apresenta alteração de coloração em função da reação do meio de cultura a produtos bacterianos^{53,80,99}, a infiltração das bactérias é evidenciada.

A avaliação da infiltração bacteriana foi realizada pela observação da turvação do meio de cultura em contato com a porção apical da raiz. Segundo Baumgartner et al.⁸ (2007) e Mavec et al.⁵⁶ (2006), quando o meio de cultura no qual o ápice encontra-se inserido torna-se turvo, devido à proliferação de bactérias no mesmo, torna-se evidente a penetração de bactérias através da obturação do canal radicular.

Nas pesquisas de infiltração bacteriana, as amostras são avaliadas diariamente durante diferentes períodos de tempo, dentre eles: sete⁴⁵, trinta^{80,98}, sessenta^{8,84}, sessenta e quatro dias⁶⁴, noventa dias^{6,73,77,108} e cento e vinte dias^{13,57}. No presente trabalho, optou-se por avaliar os espécimes diariamente por 120 dias.

Previamente ao teste de infiltração bacteriana, os espécimes foram esterilizados em gás de óxido de etileno que atinge uma temperatura de 56°C, considerada relativamente baixa se for comparada com a esterilização em autoclave que requer altas temperaturas, podendo alterar as características e propriedades da guta-percha e dos cimentos, bem como do dispositivo utilizado para avaliação da infiltração. Outros autores também utilizaram esse mesmo método de esterilização^{12,45,98,108}.

Após a montagem, os dispositivos foram identificados numericamente e mantidos em estufa a 37°C, durante quatro dias, para confirmação da esterilidade do conjunto, sendo descartada a amostra que mostrasse turvação do caldo BHI, procedimento que também foi realizado por outros autores^{15,80,98}.

Semanalmente foi realizado o teste de viabilidade das bactérias a fim de comprovar, durante toda a etapa de observação da infiltração bacteriana, a sobrevivência das bactérias através da turvação do meio de cultura. As amostras que apresentaram infiltração coronária e aquelas que, ao final dos 120 dias, não apresentaram infiltração, foram desmontadas para realização dos testes de morfologia celular e morfologia colonial, a fim de confirmar a presença do microrganismo *E. faecalis* e ausência de contaminação por outros microrganismos. Para tanto, o meio de cultura utilizado foi o BHI, que favorece o

desenvolvimento da maioria dos microrganismos e permite uma melhor visualização da turvação do meio de cultura quando ocorre a infiltração do espécime¹².

Semanalmente, o caldo BHI inoculado com *E. faecalis* foi trocado por uma nova alíquota de 500µL de caldo BHI esterilizado, sem que novos microrganismos fossem adicionados. Esse procedimento foi realizado para garantir a nutrição contínua dos microrganismos e conseqüentemente a sua viabilidade.

6. 2 Discussão dos Resultados

6. 2. 1 **Grupos controle positivo e negativo**

Todos os dispositivos do grupo controle positivo, onde os canais foram obturados apenas com um cone de guta-percha ou Resilon (sem cimento obturador), apresentaram turvação do meio de cultura conseqüente da infiltração bacteriana coronária dos remanescentes radiculares nas primeiras 24 horas. Estudos^{77,79,85} evidenciaram que obturações inadequadas permitem rápida infiltração de bactérias. Este resultado confirma a importância dos cimentos endodônticos na obtenção de um selamento adequado do sistema de canais radiculares, como demonstrado por outros autores^{3,43,77,99}.

Nenhum dos dispositivos do grupo controle negativo apresentou turvação do meio de cultura durante o período experimental, comprovando a eficácia da impermeabilização externa das raízes com adesivo de presa rápida – Araldite, em impedir a infiltração coronária bacteriana nos remanescentes radiculares.

6. 2. 2 Amostras descartadas durante o experimento

De um total de 130 remanescentes radiculares avaliados, três espécimes foram descartados durante o período de observação da esterilidade dos dispositivos. Sendo um espécime do grupo experimental Activ GP e dois espécimes do grupo experimental CE-MTA, em função da contaminação do meio de cultura durante a montagem do dispositivo de infiltração. Timpawat et al.⁹⁸ (2001) também relataram em seu estudo que durante a montagem do dispositivo de infiltração houve contaminação de 10 das 75 amostras, as quais foram descartadas.

6. 2. 3 Grupos experimentais

Diferentes fatores podem influenciar na penetração bacteriana, dentre eles: tamanho da amostra, anatomia dos dentes, preparo biomecânico do canal radicular, técnica de obturação, material obturador, procedimento de esterilização, dispositivo para avaliar a infiltração, seleção e concentração de microrganismos, método utilizado para detectar a infiltração bacteriana e período de avaliação dos espécimes^{6,19}.

Nas pesquisas de infiltração bacteriana, as amostras são avaliadas diariamente durante diferentes períodos de tempo, dentre eles: sete⁴⁵, trinta^{80,98}, sessenta^{8,84}, sessenta e quatro dias⁶⁴, noventa dias^{6,73,77,108} e cento e vinte dias^{13,57}. No presente trabalho, optou-se por avaliar os espécimes diariamente por 120 dias, período de tempo no qual a maioria dos espécimes apresentou infiltração bacteriana, evidenciada por meio da turvação do meio de cultura.

No presente estudo, de um total de 127 espécimes analisados, 29 (22,84%) não apresentaram infiltração coronária bacteriana. Verifica-se que outros autores também terminaram seu período experimental com alguns espécimes resistentes à penetração bacteriana. Barrieshi et al.⁶ (1997) verificaram 80% de infiltração em 90 dias, Gilbert et al.²⁶ (2001) encontraram 85% de infiltração em 84 dias de observação e Medeiros⁵⁷ (2009) encontrou 39% de infiltração em 120 dias de observação.

De um total de 117 espécimes dos grupos experimentais analisados, 93 (79,49%) apresentaram infiltração coronária bacteriana durante o período experimental (Quadro 2). Isso significa que 79,49% dos remanescentes radiculares apresentaram contaminação do canal radicular pelo microrganismo *E. faecalis* durante o período de 120 dias.

Outros autores, avaliando diferentes cimentos endodônticos, encontraram maiores índices de infiltração em canais radiculares obturados, em menor período de tempo. Khayat et al.⁴³ (1993) verificaram 100% de infiltração dos espécimes no período de 48 dias. Torabinejad et al.⁹⁹ (1990) verificaram 100% de infiltração dos espécimes no período de 76 dias. Pinheiro et al.⁶⁴ (2009) também verificaram infiltração de 100% dos espécimes em 64 dias de observação.

Neste estudo observou-se que dos 93 espécimes infiltrados, 55 (59,14%) apresentaram infiltração coronária no primeiro mês, sendo que 19 deles infiltraram nas primeiras 72 horas. No segundo mês, 17 remanescentes radiculares (18,28%) apresentaram infiltração coronária, totalizando 72 espécimes. No terceiro mês, 12 remanescentes radiculares (12,90%) apresentaram infiltração

coronária, totalizando 84 espécimes. No quarto mês, 9 remanescentes radiculares (9,68%) apresentaram infiltração coronária, totalizando 93 espécimes. Isso demonstra que a porcentagem de espécimes infiltrados foi bem maior no início do período experimental, sendo reduzido no segundo, terceiro e último mês de avaliação.

Dos 93 remanescentes radiculares que apresentaram infiltração coronária bacteriana durante o período experimental, 19 deles, ou seja, 20,43% apresentaram infiltração nos três primeiros dias (Quadro 2). Estes resultados corroboram com Barthel et al.⁷ (1999) que demonstraram que uma grande porcentagem dos seus espécimes apresentaram infiltração coronária no início do período experimental, onde dos 42 espécimes que apresentaram infiltração, 24 (57,1%) infiltraram nos três primeiros dias.

No presente estudo, todos os espécimes utilizados no teste de infiltração coronária apresentaram obturações satisfatórias radiograficamente, isto é, bem condensadas e com ausência de falhas. Segundo Siqueira Jr et al.⁸⁵ (2000), nos estudos de infiltração bacteriana, falhas na obturação endodôntica podem explicar o motivo pelo qual alguns espécimes são contaminados nos primeiros dias de avaliação. Além disso, segundo Stuart et al.⁸⁹ (2006), *E. faecalis* possuem enzimas e proteínas que se unem ao colágeno, possibilitando sua união à dentina e são pequenos o suficiente para invadirem e viverem nos túbulos dentinários, o que facilita a sua infiltração através da obturação.

6. 2. 4 Avaliação dos cimentos endodônticos

Os cimentos obturadores devem garantir o preenchimento do espaço entre os cones de guta-percha e as irregularidades dos canais radiculares⁸⁷. Para tanto, devem possuir adequadas propriedades biológicas e físico-químicas, dentre as quais, uma das mais estudadas é a capacidade seladora, já que o selamento do sistema de canais radiculares, realizado o mais hermético possível, é o objetivo principal da obturação endodôntica que tem por finalidade evitar a infiltração de microrganismos.

Pelo resultado das comparações entre os cimentos, considerando o número de espécimes infiltrados em cada grupo e o tempo para a infiltração por meio do teste de Dunn (Tabela 1), os cimentos foram classificados do melhor para o pior selamento na seguinte ordem: AH Plus e Sealapex apresentaram maior resistência à infiltração coronária, Sealer 26, Epiphany SE e Endofill apresentaram resultados intermediários e Activ GP, Endo CPM Sealer e CE-MTA apresentaram menor resistência à infiltração coronária.

Na Figura 8, quando se analisa a proporção de resistência à infiltração apresentada pelos diferentes grupos avaliados, verifica-se maior selamento no grupo cujas obturações foram realizadas pelo cimento AH Plus. Uma possível explicação para este resultado pode estar nas adequadas propriedades físico-químicas deste material, como baixa solubilidade e adequados escoamento e estabilidade dimensional, que promovem adequada adaptação da obturação às paredes do canal radicular e conseqüente resistência à infiltração bacteriana. O AH Plus apresentou maior resistência à infiltração bacteriana durante o período

experimental, com resultados estatisticamente significantes em relação aos cimentos Activ GP, Endo CPM Sealer e CE-MTA. Por ser um cimento à base resina epóxi-amina, o AH Plus apresenta bom escoamento e elevado tempo de presa. Essas propriedades favorecem maior imbricação entre cimento e dentina⁸⁸, promovendo maior resistência à remoção e/ou deslocamento da superfície da dentina e menor infiltração marginal^{9,44,98}. Carvalho-Junior et al.¹⁷ (2007) observaram que o Endofill apresenta maiores valores de solubilidade que o AH Plus. Segundo esse autor, as características desse cimento forte podem ser atribuídas à matriz resinosa, que é mais resistente à solubilidade. A resistência do AH Plus à dissolução pôde evitar falhas na obturação dos espécimes do seu grupo, evitando a penetração de *E. faecalis*, o que explicaria os resultados de maior resistência à infiltração, encontrados no presente trabalho.

Empregando uma metodologia de infiltração bacteriana semelhante à utilizada no presente estudo, Timpawat et al.⁹⁸ (2001) verificaram que o AH Plus mostrou melhor resistência à infiltração, concluindo que a resina epóxica presente no AH Plus foi responsável pela melhor adaptação da obturação às paredes dentinárias. Saleh et al.⁷² (2004) também verificaram que AH Plus foi efetivo contra *E. faecalis*. Em outro trabalho, Saleh et al.⁷³ (2008) observaram que o AH Plus infiltrou menos nos espécimes onde a *smear layer* foi removida, corroborando com os resultados da presente pesquisa, onde o AH Plus apresentou maior resistência à penetração bacteriana, tendo sido removida a *smear layer* de todos os espécimes deste grupo, após a confecção do preparo biomecânico.

Empregando uma metodologia de infiltração por penetração de fluido, Monticelli et al.⁵⁸ (2007) não encontraram diferença estatística entre os cimentos AH Plus e Activ GP. Entretanto, quando esses autores (Monticelli et al.⁵⁹ 2007) utilizaram um modelo de infiltração bacteriana, observaram que as obturações com Activ GP em cone único resultaram em níveis de infiltração significativamente maiores quando comparado ao AH Plus. Esses resultados corroboram com os encontrados no presente trabalho, visto que o AH Plus promoveu maior resistência à infiltração bacteriana em relação ao Activ GP, com diferença estatística significativa, mesmo utilizando a técnica de obturação por condensação lateral.

Entretanto, Bortolini⁹ (2006) verificaram que AH Plus e Endo CPM Sealer foram semelhantes, permitindo pouca penetração bacteriana. Os resultados do presente trabalho corroboram em parte com esses autores, visto que o AH Plus permitiu maior resistência à infiltração bacteriana, mas o Endo CPM Sealer permitiu menor resistência, com diferença estatisticamente significativa entre si.

Maior infiltração bacteriana foi observada para os grupos cujas obturações foram realizadas pelos cimentos Activ GP, Endo CPM Sealer e CE-MTA. O resultado do grupo Activ GP pode estar relacionado à propensão de cimentos à base de ionômero de vidro para infiltração e desintegração²⁴. Monticelli et al.⁵⁹ (2007) reportaram que a cobertura de cimento sobre a superfície dos cones do sistema Activ GP não é homogênea, o que contribui para uma adesão desfavorável. Quanto aos cimentos à base de MTA, apesar das suas adequadas propriedades físico-químicas citadas por Castro¹⁸ (2003) e Bramante et al.¹¹

(2006) e adequada capacidade seladora, como verificado por Medeiros⁵⁷ (2009), no presente trabalho os cimentos à base de MTA, Endo CPM Sealer e CE-MTA, não apresentaram resultados satisfatórios quanto a resistência à infiltração. Entretanto, deve-se ressaltar que o acréscimo de aditivos e veículos pode influenciar na capacidade seladora dos cimentos à base de MTA.

O Sealapex também apresentou maior resistência à infiltração bacteriana durante o período experimental em relação aos demais cimentos, com resultados estatisticamente significantes em relação aos cimentos Activ GP, Endo CPM Sealer e CE-MTA. Este cimento apresenta capacidade de induzir a formação do selamento biológico apical por tecido mineralizado após obturação de canal radicular³⁴. Uma desvantagem do material era sua baixa radiopacidade, problema solucionado pela mudança do radiopacificador, sendo substituído o sulfato de bário pelo trióxido de bismuto em sua fórmula, o que pode acarretar em modificações em suas propriedades físico-químicas e biológicas, sendo importante a avaliação desta nova formulação.

O Sealapex é um cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio. Este componente tem sido amplamente utilizado na terapia endodôntica em função da habilidade em induzir a formação de tecido duro, além de ter um pH alcalino (12,5) e se dissociar em íons cálcio e hidroxila, tornando o meio inadequado à proliferação bacteriana²⁸. Essa afirmação pode ser confirmada por Yasuda et al.¹¹⁵ (2008) que, analisando a atividade antimicrobiana de diferentes cimentos endodônticos frente a microrganismos, verificaram que o AH Plus apresentou a maior atividade antimicrobiana e Sealapex também apresentou atividade

antimicrobiana. Os resultados de ação antimicrobiana desses autores podem estar relacionados aos resultados encontrados na presente pesquisa, visto que o AH Plus e o Sealapex apresentaram resistência à infiltração bacteriana.

Empregando uma metodologia de infiltração bacteriana semelhante à utilizada no presente estudo, Cortez²⁰ (2005) avaliou obturações com Sealapex ou guta-percha sem cimento, concluindo que as obturações foram resistentes à infiltração coronária por até 180 dias, o que difere dos resultados encontrados no presente trabalho, onde 93 dos espécimes do grupo experimental (79,49%) apresentaram infiltração coronária bacteriana durante o período de avaliação (120 dias).

Empregando uma metodologia (microinfiltração coronária por nanquim) diferente da utilizada no presente estudo, Madison et al.⁵⁰ (1987) avaliaram os cimentos Roth, Sealapex e AH26, verificando que o Sealapex apresentou menores índices de infiltração, o que corrobora com os resultados do presente trabalho. Entretanto, Madison, Wilcox⁵¹ (1988), avaliando obturações com AH26, Sealapex e Roth, verificaram que houve penetração de corante em todos os grupos de cimentos, sem diferença estatística entre eles. Saunders, Saunders⁷⁵ (1995), avaliando obturações com Sealapex e Apexit, verificaram que a técnica de condensação lateral infiltrou significativamente menos que o sistema JS Quickfill e os cimentos associados à condensação lateral não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Estes resultados diferem daqueles encontrados no presente trabalho, visto que houve diferença estatística significativa entre os grupos avaliados.

Outros autores também utilizaram diferentes metodologias de infiltração. Pappen et al.⁶³ (2005) observaram a infiltração coronária por corante azul de metileno em raízes obturadas com Sealapex e AH Plus. Diferentemente dos resultados encontrados no presente trabalho, esses autores observaram que os cimentos AH Plus e Sealapex não influenciaram na infiltração coronária, tendo a infiltração produzido contaminação dos tecidos periapicais, resultando em insuficiência do tratamento endodôntico. Jacobsen et al.⁴⁰ (1987) verificaram a capacidade seladora dos cimentos Sealapex, CRCS e Roth, colocando-se (3H) uridina nos canais e diferentemente dos resultados do presente trabalho, nenhuma diferença significativa foi observada entre os grupos por estes autores. Os autores observaram um aumento da infiltração com o decorrer do tempo, no presente trabalho ocorreu exatamente o contrário, diminuição de espécimes infiltrados ao longo dos quatro meses avaliados.

O Sealer 26 apresentou resistência intermediária à infiltração bacteriana durante o período experimental, sem resultados estatisticamente significantes em relação aos demais cimentos analisados. O Sealer 26 apresenta em sua fórmula resina epóxica, assim como a encontrada no cimento AH 26. A resina epóxica presente no Sealer 26 pode ser responsável pela adaptação da sua obturação às paredes dentinárias, bem como sua menor capacidade de dissolução e conseqüentemente melhor estabilidade dimensional, propiciando resistência à infiltração bacteriana a este cimento. Essa afirmação pode ser confirmada por Fidel et al.²² (1995) que avaliaram a estabilidade dimensional de cimentos contendo hidróxido de cálcio (Sealer 26, CRCS, PR-Sealer, Apexit e Sealapex) e

verificaram que Sealer 26 demonstrou menor alteração dimensional em relação aos demais cimentos e também por Carvalho-Jr et al.¹⁶ (2003) que avaliaram a desintegração, solubilidade e alteração dimensional dos cimentos Ketac-Endo, Endofill, N-Rickert e Sealer 26, concluindo que os cimentos estudados estavam de acordo com a especificação da ADA para propriedade de alteração dimensional, tendo apenas o Ketac-Endo apresentado contração considerável. Em termos de solubilidade e desintegração, Sealer 26 e N-Rickert mostraram os menores valores, estando dentro do preconizado pela Norma.

Além disso, o Sealer 26 apresenta ação antimicrobiana, como foi verificado por Tanomaru et al.⁹⁴ (2008) que avaliaram a atividade antimicrobiana dos cimentos Acroseal, Endo CPM Sealer, Sealapex, Sealer 26, Intrafill e MTA-Angelus branco frente a *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* e *Enterococcus faecalis*, utilizando o método de difusão em ágar. Sealapex, Sealer 26, Endo CPM Sealer e MTA branco apresentaram atividade antimicrobiana frente a todas as cepas avaliadas. Intrafill apresentou ação antimicrobiana frente a todos os microrganismos exceto *P. aeruginosa* e Acroseal somente frente a *M. luteus* e *S. aureus*.

Siqueira Jr et al.⁸⁴ (1999) observaram que 80% dos espécimes obturados com Sealapex e 37% dos obturados com Sealer 26 apresentaram contaminação, com diferença estatística significativa, o que difere dos resultados encontrados no presente trabalho, onde o Sealapex apresentou menor grau de infiltração que o Sealer 26, porém, sem diferença estatística significativa. Kopper et al.⁴⁴ (2003) classificaram os cimentos do melhor para o pior selamento na seguinte ordem:

AH-Plus, Endofill e Sealer 26, sendo encontradas diferenças estatísticas significantes entre todos os cimentos, corroborando em parte com o presente trabalho, onde o AH Plus apresentou melhor selamento e Sealer 26 e Endofill apresentaram selamento intermediário em relação aos demais cimentos, sem diferença estatística significativa entre eles.

Guerisoli et al.³¹ (2004) pesquisaram o selamento utilizando radiografias para medir o percentual de preenchimento linear dos canais. RealSeal e Sealer 26 obtiveram resultados semelhantes e foram mais eficientes que o EndoRez, em contraposição aos resultados encontrados no presente trabalho, onde o Sealer 26 demonstrou resultados intermediários de resistência à infiltração em relação aos demais cimentos avaliados.

O Epiphany SE apresentou resistência intermediária à infiltração bacteriana durante o período experimental em relação aos demais cimentos, sem resultados estatisticamente significantes. Analisando a capacidade seladora de diferentes cimentos, outros autores encontraram resultados que corroboram em parte com aqueles apresentados no presente trabalho. Tay et al.⁹⁶ (2005) concluíram que não se pode obter selamento apical completo com os materiais testados, quando avaliaram o selamento apical por Resilon/Epiphany ou guta-percha/AH Plus, mesmo observando excelente adaptação do Resilon ao Epiphany. No grupo da guta-percha foram encontradas regiões com espaços vazios e sem espaços, sendo freqüente a separação da guta-percha com o AH Plus. Foi observada infiltração em nove dos 10 canais obturados com o Resilon e em todos os canais obturados com guta-percha. Lyons et al.⁴⁹ (2009) avaliaram a

capacidade seladora pelo método de microinfiltração por *Streptococcus mutans*, concluindo que o sistema Resilon não obteve bons resultados de selamento apical.

Shipper et al.⁸⁰ (2004), utilizando modelo de infiltração bacteriana, concluíram que as obturações realizadas com Resilon infiltraram significativamente menos que as realizadas com guta-percha. Baumgartner et al.⁸ (2007), avaliando a infiltração da Guta-percha/AH Plus ou Resilon/Epiphany por *E. faecalis*, observaram que não houve diferença estatística entre os grupos, concluindo que não há vantagem aparente em se usar o sistema Epiphany/Resilon em relação à Guta-percha/AH Plus, o que corrobora em parte com os resultados do presente trabalho, visto que o sistema Resilon/Epiphany constituiu um grupo intermediário em relação à resistência à infiltração, enquanto o AH Plus demonstrou maior resistência. Estes autores encontraram resultados diferentes daqueles apresentados no presente trabalho, o que pode ser explicado pela utilização de diferentes versões do sistema Resilon/Epiphany. Enquanto estes autores utilizaram o sistema que requer tratamento das paredes do canal com o primer (Epiphany), previamente à inserção do cimento e do cone, no presente trabalho foi utilizada a versão Self-etch (Epiphany SE), que é auto-condicionante e, portanto, dispensa a utilização do primer.

O Endofill apresentou resistência intermediária à infiltração bacteriana durante o período experimental em relação aos demais cimentos. Kazemi et al.⁴² (1993) analisaram a alteração dimensional, solubilidade e desintegração de diferentes cimentos endodônticos, verificando grande perda dessas propriedades em cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, sendo que a dissolução se

iniciava desde as 3 primeiras horas de presa do material estendendo-se até 6 meses. No presente trabalho, a dissolução do Endofill pode ter causado falhas na obturação dos espécimes do seu grupo, permitindo a penetração de *E. faecalis*, o que explicaria sua resistência intermediária à infiltração em relação aos demais cimentos.

Utilizando metodologia semelhante à do presente estudo, Silva et al.⁸² (2002) analisaram os cimentos Endofill e Sealapex. Em 20 amostras de cada grupo, a suspensão de *E. faecalis* foi renovada diariamente durante três dias, o que não ocorreu nas 19 restantes. Nas amostras em que a cultura microbiana não foi renovada, a turvação do meio de cultura foi observada em apenas dois dentes de cada grupo. Quando a cultura microbiana foi renovada, ocorreu turvação em 17 espécimes obturados com Endofill e em sete obturados com Sealapex. Esses resultados corroboram com o presente trabalho, onde o Sealapex também apresentou maior resistência à infiltração que o Endofill. Nicastro et al.⁶² (2004) avaliaram a capacidade seladora do Endofill, Pulp Canal Sealer e Target HD. Diferentemente do presente trabalho que encontrou valores intermediários para o Endofill, esses autores relatam que este cimento apresentou selamento inferior aos demais.

Outros autores, empregando metodologias diferentes, encontraram resultados opostos àqueles apresentados no presente trabalho. Kopper et al.⁴⁴ (2003), utilizando o método de infiltração por nanquim, observaram que o cimento com melhor selamento foi o AH Plus, seguido do Endofill e Sealer 26. Assim como no presente trabalho, esses autores concluíram que nenhum dos

cimentos analisados foi capaz de prevenir completamente a infiltração coronária, mas diferentemente dos resultados encontrados por eles, o Sealer 26 mostrou-se mais resistente à infiltração que o Endofill, sem diferença estatística entre eles. Holland et al.³⁷ (2004) avaliaram a infiltração por corante azul de metileno, verificando que do melhor ao pior desempenho estão os cimentos Endofill-Super Bonder, CRCS-Super Bonder, CRCS-CRCS, Endofill-Endofill, Endofill-Coltosol, CRCS-Coltosol, Endofill-CRCS.

O Activ GP apresentou menor resistência à infiltração bacteriana durante o período experimental em relação aos demais cimentos. Para aumentar sua adesão ao cimento, a superfície dos cones de guta-percha desse sistema é revestida por 2µm de ionômero de vidro. Assim como Resilon/Epiphany, a adesão do cimento Activ GP às paredes do canal radicular é referida como um monobloco²³. Uma possível explicação para a baixa resistência do Activ GP à infiltração bacteriana pode estar na inadequada adaptação entre o material obturador e as paredes do canal radicular, promovendo a existência de falhas ou vazios imperceptíveis radiograficamente, as quais facilitariam a passagem do *E. faecalis* desde a porção coronária até a apical. Friedman et al.²⁴ (1995) reportaram a propensão de cimentos à base de ionômero de vidro para infiltração e desintegração. Monticelli et al.⁵⁸ (2007) reportaram que a cobertura de cimento sobre a superfície dos cones do sistema Activ GP não é homogênea, o que contribui para uma adesão desfavorável.

Monticelli et al.⁵⁸ (2007) avaliando a microinfiltração por sistema de penetração de fluido em dentes obturados com AH Plus e Activ GP não

encontraram diferença estatística entre esses cimentos. Entretanto, quando esses mesmos autores, Monticelli et al.⁵⁹ (2007), utilizaram um modelo de infiltração bacteriana com *S. mutans*, observaram que as obturações com Activ GP em cone único resultaram em níveis de infiltração significativamente maiores quando comparado ao AH Plus, corroborando com os resultados do presente trabalho.

Fransen et al.²³ (2008), avaliando a capacidade seladora do Activ GP, AH Plus e Epiphany/Resilon por meio da infiltração por *E. faecalis*, verificaram que não houve diferença estatística significante quanto a resistência à infiltração entre os três sistemas de obturação. Estes resultados são opostos aos encontrados no presente trabalho, onde o Activ GP apresentou menor resistência à infiltração que os cimentos AH Plus e Epiphany.

O Endo CPM Sealer apresentou menor resistência à infiltração bacteriana durante o período experimental em relação aos demais cimentos, com resultados estatisticamente significantes em relação aos cimentos AH Plus e Sealapex. Este cimento foi lançado em 2003 na Argentina, com o objetivo de ser utilizado na obturação de canais radiculares. Sua formulação básica é a mesma do MTA²¹. Segundo Castro¹⁸ (2003), o CPM é um cimento Portland modificado, de cor branca, com características especiais de plasticidade, aderência, tamanho das partículas, pH, tolerância biológica, histocompatibilidade, estimulação osteogênica e escoamento. Vasconcelos¹⁰⁴ (2006) verificou que o CPM apresentou pH alcalino e foi capaz de liberar íons cálcio, porém, com tendência de redução dessa liberação em períodos mais longos, apresentando valores intermediários de tempo de presa em relação aos demais cimentos avaliados e sua

média de solubilidade foi de 0,91%, estando dentro do valor máximo permitido pela ADA. Bramante et al.¹¹ (2006) citaram as vantagens do CPM em relação aos compostos derivados do óxido de zinco e eugenol, como seu excelente selamento marginal que impede a migração bacteriana e dos fluidos tissulares para o interior do canal e também o tamanho adequado das partículas do pó, o que lhe confere boa aderência às paredes do canal radicular. Porém, no presente trabalho, as propriedades seladoras do Endo CPM Sealer não foram observadas.

Em relação à capacidade seladora do Endo CPM Sealer, não existem muitos trabalhos na literatura. Bortolini⁹ (2006) avaliou a resistência à penetração de *E. faecalis* nos cimentos AH Plus, Endo CPM Sealer, EndoRez e N-Rickert, verificando que AH Plus e CPM foram semelhantes e permitiram pouca penetração bacteriana nos túbulos. Os resultados do presente trabalho diferem deste estudo, visto que o AH Plus apresentou maior resistência à infiltração bacteriana e o CPM permitiu menor resistência, com diferença estatisticamente significativa entre eles. Medeiros⁵⁷ (2009) verificaram que os cimentos MTA Ângelus Branco, MBPc, CPM e pasta Lysanda, apresentaram ao menos um espécime com infiltração bacteriana logo nas primeiras 24 horas do teste, entretanto, o número de espécimes que apresentavam turvação foi diminuindo numericamente ao decorrer do período experimental (120 dias). MTA Ângelus Branco, MBPc e CPM mostraram capacidade seladora eficaz e comportamento semelhante entre si, ocorrendo turvação de poucas amostras nos três primeiros dias. Diferentemente, no presente trabalho o cimento Endo CPM Sealer não apresentou capacidade seladora eficaz.

O CE-MTA apresentou menor resistência à infiltração bacteriana durante o período experimental em relação aos demais cimentos, com resultados estatisticamente significantes em relação aos cimentos AH Plus e Sealapex. Este cimento foi desenvolvido a partir da composição do cimento Portland para uso na obturação de canais radiculares. Santos et al.⁷⁴ (2005), analisando as propriedades físico-químicas de dois cimentos à base de MTA, sendo um experimental (CER-MTA) e outro comercial, encontraram níveis mais altos de íons Cálcio no CER-MTA, quando comparado ao MTA-Angelus. Apesar das adequadas propriedades físico-químicas dos cimentos à base de MTA citadas por Bramante et al.¹¹ (2006) e Castro¹⁸ (2003) e adequada capacidade seladora, como verificado por Medeiros⁵⁷ (2009), no presente trabalho os cimentos à base de MTA, como o CE-MTA, não apresentaram resultados satisfatórios quanto a resistência à infiltração. Entretanto, deve-se ressaltar que o acréscimo de aditivos e veículos pode influenciar na capacidade seladora dos cimentos à base de MTA.

Utilizando uma metodologia de infiltração bacteriana semelhante à do presente trabalho, Jacobovitz et al.³⁹ (2009) observaram resultados diferentes daqueles encontrados no presente trabalho, quando avaliaram a capacidade seladora de canais obturados por MTA Branco e um cimento experimental contendo aluminato de cálcio e aditivos. Ambos os cimentos foram eficientes no selamento dos canais radiculares, prevenindo a microinfiltração por *E. faecalis* pelo período de 30 dias.

6. 2. 5 Considerações finais

Nenhum dos cimentos endodônticos avaliados neste trabalho preveniu a infiltração bacteriana por via coronária durante o período experimental. De acordo com esses resultados, independentemente do cimento endodôntico utilizado na obturação, estes podem tornar-se susceptíveis à penetração de microrganismos quando há falta ou deficiência de selamento coronário e a contaminação do canal radicular pode ocorrer após um curto período de tempo de exposição às bactérias.

Siqueira-Jr et al.⁸⁵ (2000) recomendam que os canais obturados que foram expostos à saliva por um curto período de tempo devam ser retratados, pois, clinicamente, após a exposição à saliva, é impossível determinar se o sistema de canais radiculares está contaminado ou não, portanto, é difícil definir um tempo a partir do qual os canais expostos à saliva devam ser retratados.

Como a contaminação do canal radicular pode propiciar o desenvolvimento de uma infecção periapical é indesejável a confecção de restaurações definitivas ou próteses em dentes com canais contaminados⁸⁵. Dessa forma, é de fundamental importância a restauração definitiva ou confecção da prótese imediatamente após o término do tratamento endodôntico³, evitando assim a infiltração bacteriana por via coronária e posterior necessidade de retratamento endodôntico.

7 CONCLUSÃO

7 Conclusão

Considerando a metodologia empregada e os resultados deste estudo, conclui-se que:

- Os cimentos AH Plus e Sealapex apresentaram maior resistência à infiltração coronária em relação aos demais cimentos.
- Os cimentos Sealer 26, Epiphany SE e Endofill apresentaram resultados intermediários de resistência à infiltração coronária em relação aos demais cimentos.
- Os cimentos Activ GP, Endo CPM Sealer e CE-MTA apresentaram menor resistência à infiltração coronária em relação aos demais cimentos.
- Nenhum dos cimentos endodônticos avaliados preveniu a infiltração bacteriana por via coronária durante o período experimental.

REFERÊNCIAS

Referências*

- 1- Adib V, Spratt D, Ng YL, Gulabilava K. Cultivable microbial flora associated with persistent periapical disease and coronal leakage after root canal treatment: a preliminary study. *Int Endod J.* 2004; 37: 542-51.
- 2- Al-Hezaimi K, Al-Hamdan K, Naghshbandi J, Oglesby S, Simon JH, Rotsteini I. Human saliva penetration of root canals obturated with two types of mineral trioxide aggregate cements. *J Endod.* 2005; 31: 453-6.
- 3- Alves J, Walton R, Drake D. Coronal leakage: endotoxin penetration from mixed bacterial communities through obturated, post-prepared root canals. *J Endod.* 1998; 24: 587-91.
- 4- Asgary S, Kamrani FA. Antibacterial effects of five different root canal sealing materials. *J Oral Sci.* 2008; 50: 469-74.
- 5- Balto H. An assessment of microbial coronal leakage of temporary filling materials in endodontically treated teeth. *J Endod.* 2002; 28: 762-4.
- 6- Barrieshi KM, Walton RE, Johnson WT, Drake DR. Coronal leakage of mixed anaerobic bacteria after obturation and post space preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997; 84: 310-14.
- 7- Barthel CR, Moshonov J, Shuping G, Ørtavisk O. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. *Int Endod J.* 1999; 32: 370-5.
- 8- Baumgartner G, Zehnder M, Paqué F. *Enterococcus faecalis* type strain leakage through root canals filled with Gutta-percha/AH Plus or Resilon/Epiphany. *J Endod.* 2007; 33: 45-7.

* De acordo com o estilo Vancouver. Disponível em:
http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

- 9- Bortolini MCT. Avaliação de cimentos endodônticos a penetração intratubular e microinfiltração por *Enterococcus faecalis* [dissertação de mestrado]. Taubaté: Faculdade de Odontologia, Universidade de Taubaté; 2006.
- 10- Bortoluzzi EA, Broon NJ, Duarte MAH, Demarchi ACCO, Bramante CM. The use of a setting accelerator and its effect on ph and calcium ion release of mineral trioxide aggregate and white Portland cement. J Endod. 2006; 32: 1194-7.
- 11- Bramante CM, Bramante AS, Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB. CPM es MTA: nuevos materiales de uso en endodoncia – experiencias clinicas en el manejo de los materiales. Rev Fav Odontol. 2006; 17: 7-10.
- 12- Brosco VH. Avaliação “in vitro” da infiltração bacteriana em canais radiculares obturados por diferentes técnicas [tese de doutorado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2006.
- 13- Brosco VH, Bernardineli N, Torres SA, Consolaro A, Bramante CM, de Moraes IG, et al. Bacterial leakage in root canals obturated by different techniques. Part 1: microbiologic evaluation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008; 105: 48-53.
- 14- Camps J, Pashley DH. Reliability of the dye penetration studies. J. Endod. 2003; 29: 592-4.
- 15- Carratu P, Amato M, Riccitiello F, Rengo S. Evaluation of leakage of bacteria and endotoxins in teeth treated endodontically by two different techniques. J Endod. 2002; 28: 272-5.

- 16- Carvalho-Junior JR, Guimaraes LFL, Pecora JD, Sousa-Neto MD. Evaluation of solubility, disintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer. *Braz Dent J.* 2003; 14: 114-8.
- 17- Carvalho-Junior JR, Correr-Sobrinho L, Correr AB, Sinhoreti MAC, Consani S, Sousa-Neto M. Solubility and dimensional change after setting of root canal sealers: a proposal for smaller dimensions of test samples. *J Endod.* 2007; 33: 1110-6.
- 18- Castro G. Trióxidos Minerales Agregados - CPM e Endo CPM Sealer [monografia]. Buenos Aires: Centro de Investigaciones Odontológicas; 2003.
- 19- Chailertvanitkul P, Saunders WP, Mackenzie D. An assessment of microbial coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and three different sealers. *Int Endod J.* 1996; 29: 387-92.
- 20- Cortez DGN. Estudo in vivo da infiltração coronária em dentes de cães tratados endodonticamente protegido por diferentes materiais [tese de doutorado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual de Campinas; 2005.
- 21- Ferreira MB, Kairalla E, Hoshina R, Lage-Marques JL. Análise de espectrometria de fluorescência de Raios-X e Difratometria de Raios-X dos cimentos MTA, CPM e CPM Sealer. In: Anais da 22ª. Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica – SBPqO; 2005 set. 3-7; Águas de Lindóia (SP). São Paulo: SBPqO; 2005. p. 165.
- 22- Fidel RAS, Fidel S, Spano JCE, Barbin EL, Pecora JD. Estudo “in vitro” da estabilidade dimensional de alguns cimentos endodonticos contendo hidróxido de cálcio. *Rev Bras Odontol.* 1995; 52: 14-6.

- 23-Fransen JN, He J, Glickman GN, Rios A, Shulman JD, Honeyman A. Comparative assessment of ActiV GP/Glass Ionomer Sealer, Resilon/Epiphany, and Gutta-Percha/AH Plus obturation: a bacterial leakage study. *J Endod.* 2008; 34: 725-7.
- 24-Friedman S, Lost C, Zarrabian M, Trope M. Evaluation of success and failures after endodontic therapy using glass ionomer cement sealer. *J Endod.* 1995; 21:384 –90.
- 25-Friedman S, Torneck CD, Komorowski R, Ouzounian Z, Syrtash P, Kaufman A. In vivo model for assessing the functional efficacy of endodontic filling materials and techniques. *J Endod.* 1997; 23: 557-61.
- 26-Gilbert SD, Witherspoon DE, Berry CW. Coronal leakage following three obturation techniques. *Int Endod J* 2001; 34: 293-99.
- 27-Gomes BP, Lilley JD, Drucker DB. Variations in the susceptibilities of components of the endodontic microflora to biomechanical procedures. *Int Endod J.* 1996; 29: 235–41.
- 28-Gomes BP, Souza SF, Ferraz CC, Teixeira FB, Zaia AA, Valdrighi L et al. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *Int Endod J.* 2003; 36: 267-75.
- 29-Gomes BP, Pedroso JA, Jacinto RC, Vianna ME, Ferraz CC, Zaia AA et al. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of five root canal sealers. *Braz Dent J.* 2004; 15: 30-5.

- 30-Gomes BP, Pinheiro ET, Sousa EL, Jacinto RC, Zaia AA, Ferraz CC et al. *Enterococcus faecalis* in dental root canals detected by culture and by polymerase chain reaction analysis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006; 102: 247-53.
- 31-Guerisoli DMZ, Capelli A, Dultra F, Carrasco LD, Barroso JM, Faggioni LRM, et al. Estudo comparativo do preenchimento de canais simulados por três cimentos endodônticos resinosos. In: Anais da 21ª. Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica – SBPqO; 2004 set. 8-12; Águas de Lindóia (SP). São Paulo: SBPqO; 2004. p. 209.
- 32-Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA 3rd, Thomas DD. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. J Endod. 2002; 28: 386-90.
- 33-Hirai VH, da Silva Neto UX, Westphalen VP, Perin CP, Carneiro E, Fariniuk LF. Comparative analysis of leakage in root canal fillings performed with gutta-percha and Resilon cones with AH Plus and Epiphany sealers. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2010; 109: 131-5.
- 34-Holland R, Souza V. Ability of a new calcium hydroxide root canal filling material to induce hard tissue formation. J Endod. 1985; 11: 535-43.
- 35-Holland R, Souza V, Nery MJ, Otoboni Filho JA, Bernabé PFE, Dezan Junior E. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide. J Endod. 1999; 25: 161-6.

- 36-Holland R, Souza V, Nery MJ, Faraco Junior IM, Bernabé PFE, Otoboni Filho JA, et al. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with Mineral Trioxide Aggregate, Portland Cement and Calcium Hydroxide. *Braz Dent J.* 2001; 12: 3-8.
- 37-Holland R, Murata SS, Silva MN, Dezan EJR, Souza V, Bernabé PFE. Influence of the sealer and a plug in coronal leakage after post space preparation. *J Appl Oral Sci.* 2004; 12: 223-6.
- 38-Hommez GM, Coppens CR, De Moor RJ. Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. *Int Endod J.* 2002; 35: 680-9.
- 39-Jacobovitz M, Vianna ME, Pandolfelli VC, Oliveira IR, Rossetto HL, Gomes BP. Root canal filling with cements based on mineral aggregates: an in vitro analysis of bacterial microleakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108: 140-4
- 40-Jacobsen EL, Begole EA, Vitkus DD, Daniel JC. An evaluation of two newly formulated calcium hydroxide cements: a leakage study. *J Endod.* 1987; 13: 164-9.
- 41-Jurcak JJ, Weller RN, Kulild JC, Donley DL. In vitro intracanal temperatures produced during warm lateral condensation of Gutta-percha. *J Endod.* 1992; 18: 1-3.
- 42-Kazemi RB, Safavi KE, Spangberg LSW. Dimensional changes of endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Endod.* 1993; 76: 766-71.
- 43-Khayat A, Lee S-J, Torabinejad M. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. *J Endod.* 1993; 19: 458-61.

- 44-Kopper PM, Figueiredo JA, Della Bona A, Vanni JR, Bier CA, Bopp S. Comparative in vivo analysis of the sealing ability of three endodontic sealers in post-prepared root canals. *Int Endod J.* 2003; 36: 857-63.
- 45-Kos WL, Aulozzi DP, Gerstein HA. Comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials. *J Endod.* 1982; 8: 355-8.
- 46-Leal JM, Holland R, Esberard RM. Sealapex, CRCS, Fill Canal e N-Rickert. Estudo da biocompatibilidade em tecido conjuntivo subcutâneo de rato. *Odontol Clin.* 1988; 2: 7-14.
- 47-Leonardi DP, Battisti JC, Klimiont DT, Tomazinho PH, Baratto Filho F, Haragushiku GI et al. Avaliação in vitro da ação antimicrobiana de alguns cimentos endodônticos. *Rev Sul-Bras Odontol.* 2009; 6: 367-73.
- 48-Leonardo MR. Endodontia: tratamento de canais radiculares, princípios técnicos e biológicos. São Paulo: Artes Médicas. 2005. 1491 p.
- 49-Lyons WW, Hartwell GR, Stewart JT, Reavley B, Appelstein C, Lafkowitz S. Comparison of coronal bacterial leakage between immediate versus delayed post-space preparation in root canals filled with Resilon/Epiphany. *Int Endod J.* 2009; 42: 203-7.
- 50-Madison S, Swanson K, Chiles SA. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part II. Sealer types. *J Endod.* 1987; 13: 109-12.
- 51-Madison S, Wilcox LR. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part III. In vivo study. *J Endod.* 1988; 14: 455-8.

- 52-Magura ME, Kafrawy AH, Brown JR, C.E, Newton CW. Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an in vitro study. *J Endod.* 1991; 17: 324-31.
- 53-Maltezos C, Glickman GN, Ezzo P, He J. Comparison of the sealing of Resilon, Pro Root MTA and Super-EBA as root-end filling materials: a bacterial leakage study. *J Endod.* 2006; 32: 324-7.
- 54-Mangin C, Yesilsoy C, Nissan R, Stevens R. The comparative sealing ability of hydroxyapatite cement, mineral trioxide aggregate, and super ethoxybenzoic acid as root-end filling materials. *J Endod.* 2003; 29: 261-4.
- 55-Marshall FJ, Massler M. The sealing of pulpless teeth evaluated with isotopes. *J Dent Med.* 1961; 16: 172-7.
- 56-Mavec JC, McClanahan SB, Minah GE, Johnson JD, Blundell RE Jr. Effects of an intracanal glass ionomer barrier on coronal microleakage in teeth with post space. *J Endod.* 2006; 32: 120-2.
- 57-Medeiros PL. Avaliação comparativa "in vitro" da capacidade seladora do cimento MBPc, CPM, MTA Angelus® branco e pasta Lysanda® à infiltração bacteriana em obturações retrógradas [dissertação de mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2009.
- 58-Monticelli F, Sword J, Martin RL, Schuster GS, Weller RN, Ferrari M et al. Sealing properties of two contemporary single-cone obturation systems. *Int Endod J* 2007; 40: 374-85.
- 59-Monticelli F, Sadek FT, Schuster GS, Volkmann KR, Looney SW, Ferrari M et al. Efficacy of two contemporary single-cone filling techniques in preventing bacterial leakage. *J Endod* 2007; 33: 310-3.

- 60-Moraes IG, Bramante CM, Berbert A. Materiais obturadores de canais radiculares. *Odontologia Integrada*. Rio de Janeiro: Pedro I. p. 133-51, 1999.
- 61-Moreira Jr. G, Sobrinho APR, Nicoli JR, Carvalho MAR, Vieira EC. Evaluation of microbial infiltration in restored cavities – an alternative method. *J Endod*. 1999; 25: 605-8.
- 62-Nicastro KSM, Cortez DGN, Matheus R, Ferreira F, Boer MC. Avaliação da infiltração apical de cimentos endodônticos e da infiltração coronária no selamento com adesivo e resina. In: *Anais da 21ª. Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica – SBPqO; 2004 set. 8-12; Águas de Lindóia (SP)*. São Paulo: SBPqO; 2004. p. 71.
- 63-Pappen AF, Bravo M, Gonzalez-Lopes S, Gonzales-Rodrigues MP. An in vitro study of coronal leakage after intraradicular preparation of cast-dowel space. *J Prosthet Dent*. 2005; 94: 214-8.
- 64-Pinheiro CR, Guinesi AS, de Camargo EJ, Pizzolitto AC, Bonetti Filho I. Bacterial leakage evaluation of root canals filled with different endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009; 108: 56-60.
- 65-Pizzo G, Giammanco GM, Cumbo E, Nicolosi G, Gallina G. In vitro antibacterial activity of endodontic sealers. *J Dent*. 2006; 34: 35-40.
- 66-Pommel L, About I, Pashley D, Camps J. Apical leakage of four endodontic sealers. *J Endod*. 2003; 29: 208-10.

- 67-Queiroz AM, Nelson-Filho P, Silva LA, Assed S, Silva RA, Ito IY. Antibacterial activity of root canal filling materials for primary teeth: zinc oxide and eugenol cement, calen paste thickened with zinc oxide, Sealapex and Endorez. *Braz Dent J.* 2009; 20: 290-6.
- 68-Raiden GC, Gendelman H. Effect of dowel space preparation on the apical seal of root canal fillings. *Endod Dent Traumatol.* 1994; 10: 109-12.
- 69-Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. *Int Endod J.* 1995; 28: 12-8.
- 70-Ricucci D, Bergenholtz G. Bacterial status in root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration and fracture or caries – a histobacteriological study of treated cases. *Int Endod J.* 2003; 36: 787-802.
- 71-Rôças IN, Siqueira JF Jr, Santos KR. Association of *Enterococcus faecalis* with different forms of periradicular diseases. *J Endod.* 2004; 30: 315-20.
- 72-Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D. Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. *Int Endod J.* 2004; 37: 193-8.
- 73-Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D. Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. *Int Endod J.* 2008; 41: 32-40.
- 74-Santos AD, Moraes JCS, Araújo EB, Yukimitu K, Valério Filho WV. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J.* 2005; 38: 443-7.

- 75-Saunders EM, Saunders WP. Long-term coronal leakage of JS Quickfill root fillings with Sealapex and Apexit sealers. *Endod Dent Traumatol.* 1995; 11: 181-5.
- 76-Saunders WP, Saunders EM. The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha root filling and glass ionômero sealer. *Int Endod J.* 1992; 25: 245-9.
- 77-Saunders JL, Eleazer PD, Ping Z, Susanne M. Effect of a separate instrument on bacterial penetration of obturated root canals. *J Endod.* 2004; 30: 177-9.
- 78-Sedgley CM, Lennan SL, Appelbe OK. Survival of *Enterococcus faecalis* in root canals ex vivo. *Int Endod J.* 2005; 38: 735-42.
- 79-Shipper G, Trope M. In vitro microbial leakage of endodontically treated teeth using new and standard obturation techniques. *J Endod.* 2004; 30: 154-8.
- 80-Shipper G, Ørstavik 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.
- 81-Shipper G, Teixeira FB, Arnold RR, Trope M. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or Resilon. *J Endod.* 2005; 31: 91-6.

- 82-Silva KFT, Teixeira RE, Lana MA, Fróes JAV. Avaliação in vitro da infiltração bacteriana em canais radiculares obturados com dois diferentes cimentos. In: Anais da 19ª. Reunião da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica – SBPqO; 2002 ago. 31 - set. 4; Águas de Lindóia (SP). São Paulo: SBPqO; 2002. p. 132.
- 83-Sipert CR, Hussne RP, Nishiyama CK, Torres SA. In vitro antimicrobial activity of Fill Canal, Sealapex, Mineral Trioxide Aggregate, Portland cement and EndoRez. *Int Endod J.* 2005; 38: 539-43.
- 84-Siqueira JF Jr, Rôças IN, Lopes HP, Uzeda M. Coronal leakage of two root canal sealers containing calcium hydroxide after exposure to human saliva. *J Endod.* 1999; 25: 14-6.
- 85-Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Abad EC, Castro AJR, Gahyva SM. Bacterial Leakage in coronally unsealed canal obturated with 3 different techniques. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod.* 2000; 90: 647-50.
- 86-Siqueira JF Jr, Rôças IN, Alves FR, Campos LC. Periradicular status related to the quality of coronal restorations and root canal fillings in a Brazilian population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod.* 2005; 100: 369-74
- 87-Soares IJ, Goldberg F. Obturação do canal radicular. In: Soares IJ, Goldberg F. *Endodontia: técnica e fundamentos.* 3. ed. Porto Alegre: Artmed; 2001. p. 41-55.
- 88-Sousa-Neto MD, Marchesan MA, Pecora JD, Junior AB, Silva-Sousa YT, Saquy PC. Effect of Er:YAG on adhesion of root canal sealers. *J Endod.* 2002; 28: 185-7.

- 89-Stuart CH, Schwartz SA, Beesom TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. J Endod. 2006; 32: 93-8.
- 90-Sundqvist G, Figdor D, Sjogren U. Microbiology analyses of teeth with endodontic treatment and the outcome of conservative retreatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1998; 85: 86-93.
- 91-Swanson K, Madison S. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I: time periods. J Endod. 1987; 13: 56-9.
- 92-Tamse A, Katz A, Kablan F. Comparison of apical leakage shown by four different dyes with two evaluating methods. Int Endod J. 1998; 31: 333-7.
- 93-Tanomaru Filho M, Moraes IG, Duarte MAH, Arekaki OT, Nishiyama CK. Avaliação do selamento apical de dois cimentos obturadores à base de hidróxido de cálcio. Rev Bras Odontol. 1996; 53: 2-4.
- 94-Tanomaru JMG, Tanomaru Filho M, Hotta J, Watanabe E, Ito IY. Antimicrobial activity of endodontic sealers based on calcium hydroxide and MTA. Acta Odontol Latinoam. 2008; 21: 147-51.
- 95-Tanomaru Filho M, Chaves Faleiros FB, Saçaki JN, Hungaro Duarte MA, Tanomaru JMG. Evaluation of pH and calcium ion release of root-end filling materials containing calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate. J Endod. 2009; 35: 1418-21.
- 96-Tay FR, Loushine RJ, Weller N, Kimbrough WF, Pashley DH, Mak Y-F et al. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. J Endod. 2005; 31: 514-9.

- 97-Teixeira FB, Teixeira EC, Thompson JY, Trope M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *J Am Dent Assoc.* 2004; 135: 646-52.
- 98-Timpawat S, Amornchat C, Trisuwan WR. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endod.* 2001; 27: 36-9.
- 99- Torabinejad M, Ung B, Kettering JD. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod.* 1990; 16: 566-9.
- 100-Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod.* 2010; 36:190-202.
- 101- Trope M, Chow E, Nissan R. In vitro endotoxin penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1995; 11: 90-4.
- 102- Tselnik M, Baumgartner JC, Marshall JG. Bacterial leakage with mineral trioxide aggregated or resin-modified glass ionomer used as coronal barrier. *J Endod.* 2004; 30: 782-4.
- 103- 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 guttapercha. *Int Endod J.* 2006; 39: 643–7.
- 104- Vasconcelos BC. Avaliação de algumas propriedades físico-químicas de cimentos retro-obturadores à base de agregado trióxido mineral e de um cimento epóxico experimental [dissertação de mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2006.

- 105- Vassiliadis L, Liolios E, Kouvas V, Economides N. Effect of smear layer on coronal microleakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1996; 82: 315-20.
- 106- Weiger R, Heuchert T, Hahn R, Lost C. Adhesion of a glass ionomer cement to human radicular dentine. *Endod Dent Traumatol.* 1995; 11: 214-9.
- 107- Wimonchit S, Timpawat S, Vongsavan N. A comparison of techniques for assessment of coronal dye leakage. *J Endod.* 2002; 28: 1-4.
- 108- Wolanek GA, Loushine RJ, Weller RN, W. Kimbrough F, Volkman KR. In vitro bacterial penetration of endodontically treated teeth coronally sealed with a dentin bonding agent. *J Endod.* 2001; 27: 354-7.
- 109- Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J.* 1993; 26: 37-43.
- 110- Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR, Moorer WR. Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Int Endod J.* 1993; 26: 203-8.
- 111- Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR. Fluid transport and dye penetration along root canal fillings. *Int Endod J.* 1994; 27: 233-8.
- 112- Wu MK, Wesselink PR, Boersma J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. *Int Endod J.* 1995; 28: 185-189.
- 113- Wu MK, Ozok AR, Wesselink PR. Sealer distribution in root canals obtured by three techniques. *Int Endod J.* 2000; 33: 340-5.

- 114- Wu MK, van der Sluis LW, Ardila CN, Wesselink PR. Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. *Int Endod J.* 2003; 36: 533-40.
- 115- Yasuda Y, Kamaguchi A, Saito T. *In vitro* evaluation of the antimicrobial activity of a new resin-based endodontic sealer against endodontic pathogens. *J Oral Sci.* 2008; 50: 309-13.
- 116- Yildirim T, Er K, Taşdemir T, Tahan E, Buruk K, Serper A. Effect of smear layer and root-end cavity thickness on apical sealing ability of MTA as a root-end filling material: a bacterial leakage study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: 67-72.
- 117- Yücel AC, Güler E, Güler AU, Ertas E. Bacterial penetration after obturation with four different root canal sealers. *J Endod.* 2006; 32: 890-3.
- 118- Zmener O, Spielberg C, Lamberghini F, Rucci M. Sealing properties of a new resin based root-canal sealer. *Int Endod J.* 1997; 30: 332-4.

ANEXOS

Anexo A

Certificado de Aprovação pelo CEP



Autorizo a reprodução deste trabalho.

(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 22 de Março de 2010.

ANA CAROLINA MASCARENHAS OLIVEIRA