UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO Faculdade de Odontologia de Bauru

Paloma Gagliardi Minotti

Determinação do pH e da liberação de íons cálcio de três cimentos endodônticos quando utilizados em obturações, em conjunto com guta-percha, e da qualidade das mesmas. Avaliação realizada em longo prazo

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

Paloma Gagliardi Minotti

Determinação do pH e da liberação de íons cálcio de três cimentos endodônticos quando utilizados em obturações, em conjunto com guta-percha, e da qualidade das mesmas. Avaliação realizada em longo prazo

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências no Programa de Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de Concentração Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes

Bauru
2015

Minotti, Paloma Gagliardi

M666a Determinação do pH e da liberação de íons cálcio de três cimentos endodônticos quando utilizados em obturações, em conjunto com guta-percha, e da qualidade das mesmas. Avaliação realizada em longo prazo. / Paloma Gagliardi Minotti. - Bauru, 2015.

145 p.:il. ;30cm.

Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP
Número CAAE: 15187013.4.0000.5417
Data: 25/09/2013

Paloma Gagliardi Minotti

Dados Curriculares

03 de Março de 1983	Nascimento Itamaraju, BA.
Filiação	Dejair Minotti Maria Teresa Gagliardi Minotti
2003-2006	Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo.
2009-2011	Mestrado em Ciências Odontológicas Aplicadas, área de concentração: Endodontia. Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo.
2011-2015	Doutorado em Ciências Odontológicas Aplicadas, área de concentração: Endodontia. Faculdade de Odontologia de Bauru - Universidade de São Paulo.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu querido esposo, Luiz Fernando, pelo apoio incondicional e paciência para a realização do doutorado. Queria agradecer por você gostar de mim do jeito que sou. Por me ensinar que a cada dia podemos recomeçar. Por estar sempre comigo seja no choro ou no riso. Obrigada por acreditar em mim quando eu achei difícil acreditar em mim mesma. Obrigada por dizer, algumas vezes, o que eu realmente precisava ouvir, em vez do que eu queria que você dissesse. Muito obrigada por tudo. Te amo.

Dedico este trabalho aos meus queridos pais, Dejáir e Teresa, razões da minha vida, minha força, minha inspiração. Luz no meu caminho que me guia e me dá direção. A jornada foi árdua e difícil. O desânimo tentou se apossar por vezes. Entretanto, ao lembrar de suas faces preocupadas e tanto envelhecidas no correr destes anos, do trabalho, de suas orações, do apoio incondicional para me dar o melhor, impulsionou-me deveras para a luta. Obrigada, muito obrigada pelo silêncio, quando eu reclamava e, obrigado também pelas palavras de estímulo quando eu me calava. Nessa grande batalha, creiam a vitória também é de vocês. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A Deus, pelo maravilhoso dom da vida. Pela minha saúde e de meus familiares. Pela coragem para enfrentar as batalhas. Pela fé para superar as barreiras do mundo. Pelos amigos que conquistei ao longo da vida. Pelas derrotas que me ensinam a ser mais humilde. E por todas as minhas vitórias.

Ao meu querido irmão, Angelo, anjo em forma de humano. Você é uma pessoa necessária neste mundo, para todos que o cercam a sua passagem aqui é toda especial, tem como fundamento distribuir paz, harmonia e compreensão e, você faz isso com uma naturalidade maravilhosa. Você tem o dom de amar, tem a simplicidade, a paciência e o carisma que fazem de você um ser maravilhoso. Eu o amo e o admiro por tudo que você é, por tudo que você representa.

Aos meus queridos sogros, Gerson e Elenice, por terem me recebido tão bem na família de vocês e por me fazerem realmente sentir que sou parte dela. Ter vocês ao meu lado no dia a dia é uma benção, além de ser uma maneira de amenizar a saudade que sinto dos meus entes queridos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo, representada pelo atual reitor Prof. Dr. Marco Antonio Zago, à Faculdade de Odontologia de Bauru, representada pela atual diretora Profª Drª Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado e à Comissão de Pós-Graduação representada pelo seu atual presidente Prof. Dr. Guilherme dos Reis Pereira Janson, pelo estímulo e apoio à pesquisa.

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo para a realização do Doutorado.

Ao Programa de Apoio a Pós-Graduação (PROAP) pela concessão de auxílio para a realização do trabalho.

Ao meu querido orientador Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes. Sei que o senhor não me escolheu, mas me acolheu como um pai. Hoje sou muito grata por Deus tê-lo colocado em meu caminho. O senhor sabe e respeita o tempo certo de cada um. Com você, aprendi muito mais do que teoria, aprendi valores humanos para colocar em prática. Você é um mestre generoso, que tem o dom de ensinar com simplicidade. Você será sempre para mim uma referência de ética e amor pela profissão. Obrigada, querido professor, pela sua dedicação e paciência, obrigada por transmitir todo o seu conhecimento e sabedoria. Admiro o muito.

Aos queridos professores da disciplina de Endodontia, Prof. Dr. Clovis Monteiro Bramante, Prof. Dr^a Flaviana Bombarda de Andrade, Prof. Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte, Prof. Dr. Norberti Bernardineli, Prof. Dr. Roberto Brandão Garcia e Prof. Dr. Rodrigo Ricci Vivan, pelos ensinamentos e apoio durante a graduação, mestrado e doutorado. Agradeço pela convivência agradável, auxílio e dedicação. Tenho muito orgulho de ter sido aluna de vocês, pessoas humildes e de grande sucesso na Endodontia.

À querida Maristela Petenuci pela paciência e grande ajuda nos trâmites do Comitê de Ética em Pesquisa.

Às funcionárias da seção de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru, pela atenção e ajuda em todos esses anos.

À minha querida família, Tia Rosangela, Tio Quintana, Nina, Leticia, Níria, hoje quero agradecer por tudo que já fizeram e dizer o quanto são especiais para mim. Espero que nossa harmonia nunca acabe e que nossa fraternidade seja eterna. Amo vocês.

Aos meus queridos cunhados e sobrinhos, por todo o apoio, amizade e amor que vocês me dedicam e que demonstram nos pequenos e nos grandes gestos do nosso dia a dia. Em todos os momentos que me foram realmente importantes, lá estavam vocês.

Ao querido amigo Edimauro de Andrade pela ajuda incondicional para a execução da parte experimental e pela amizade. Você é muito especial.

À Larissa Grizzo pela docibilidade e prontidão na leitura do cálculo. Você é um exemplo de profissional.

À Andressa Laureano e Suely Bettio, sempre muito afáveis e sempre dispostas a nos ajudar.

Ao meu querido amigo Ronald Zapata, pela amizade, ensinamentos e conselhos nos momentos difíceis. Admiro o muito.

Aos meus queridos amigos Aldo Perochena, Bruno Cavenago, Marcelo Haas, Marina Marciano e Raquel Mídena. Vocês são pessoas diferenciadas que tive a sorte de conhecer no mestrado. Cada um com sua característica peculiar em muito me acrescentou pessoal e profissionalmente. Desejo-lhes vocês muito sucesso nessa nova caminhada.

Aos meus queridos amigos Pablo Amoroso e Murilo Alcalde pela amizade e ajuda na execução do trabalho. Vocês são muito especiais.

Aos meus queridos amigos Clarissa Teles, Thaís Rizzo, Marcela Milanezi, Layla Vasconcelos, Samuel Tupi, Bruno Piazza, Talita Tartati, Rafaela Zancan, Francine Cesário, Jussaro, Amanda Maliza, Thaís Pereira, Bruno Guimarães e Denise Oda, e demais colegas de pós-graduação pela convivência harmoniosa.

À minha querida amiga Valdírene pela amizade verdadeira. Admire-te muito e sei que posso contar com você sempre. Obrigada por cuidar tão bem de mim.

Ao meu querido amigo Natalino, padrinho, pela amizade verdadeira. Exemplo de ser humano e profissional.

Aos meus queridos amigos Rúbia Ayub, Ivone Pinto, Paulo Bueno e Magda pela amizade e pela tolerância nos meus momentos de preocupação.

À banca examinadora, pelo aceite do convite, presença e contribuição para a correção dessa tese. Muito obrigada.

Ao Bonné, pela ajuda, paciência e formatação da tese. Muito obrigada.

RESUMO

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o pH e a liberação de íons cálcio dos cimentos AH Plus, MTA Fillapex e Sealapex, em diferentes períodos, quando empregados em obturações de canais radiculares, bem como, a qualidade das obturações, após 1 ano de realizadas. O pH e a liberação de íons cálcio foram avaliados por meio de um peagômetro e espectrofotômetro de absorção atômica, respectivamente. A qualidade das obturações foi avaliada por meio de um estereomicroscópio. Cento e vinte e quatro pré-molares inferiores humanos extraídos, unirradiculados, foram divididos em 01 grupo controle e 02 grupos experimentais, de acordo com a padronização do diâmetro do forame apical. Em seguida, os 02 grupos experimentais foram divididos em 4 subgrupos, considerando as técnicas de instrumentação e obturação empregadas. Após o preparo dos canais radiculares cada subgrupo teve o número de dentes divididos por dois, formando novos subgrupos, de acordo com os cimentos obturadores utilizados. Imediatamente após a obturação, a raiz de cada dente foi imersa em 15 mL de água ultrapura para avaliação do pH e liberação de íons cálcio nos seguintes períodos: 1 h, 1, 3, 7, 30, 180 e 365 dias, após a obturação. Após o período de 1 ano, os dentes foram seccionados transversalmente a 2, 4, 6 mm do forame apical para análise da qualidade das obturações, analisando-se a porcentagem de cimento, guta-percha e espaços vazios na massa obturadora. Os cimentos apresentaram pH neutro, porém, aos 180 dias, os valores mostraram um ligeiro aumento quando utilizados em canais com forames de diâmetro 0,25 mm. Quando utilizados em canais com forames de diâmetro 0,45 mm, o pH mostrou-se com valores maiores para todos os períodos sem distinção do cimento. Todos os cimentos liberaram íons cálcio, com menores valores para o AH Plus. Na estereomicroscopia, observaram-se variações nas porcentagens de cimento e guta-percha, considerando-se os diâmetros foraminais e técnicas obturadoras, e porcentagem insignificante de espaços vazios.

Palavras-chave: Endodontia. Obturação do canal radicular. Microscópio. pH. Cimento endodôntico.

ABSTRACT

ABSTRACT

Determination of pH, calcium ion release, and overall quality of three endodontic cements used in obturations with gutta-percha. A long term evaluation.

The objective of this study was to evaluate the pH and calcium ion release of AH Plus, MTA Fillapex and Sealapex cements at different time periods when used in root canal obturations, as well as the quality of the obturations one year after being performed. The pH and calcium ion release were evaluated by means of a pH meter and an atomic absorption spectrophotometer, respectively. The quality of the obturations was evaluated using a stereomicroscope. One hundred and twenty-four extracted human uniradicular mandibular premolars were divided into 1 control and 2 experimental groups, according to the standardization of the apical foramen diameter. Next, the 2 experimental groups were divided into 4 subgroups, considering the instrumentation techniques and obturations employed. After the preparation of the root canals, each subgroup had the number of teeth divided by two, forming new subgroups, according to the sealers used. Immediately after the obturation, the root of each tooth was immersed in 15 mL of ultrapure water for the evaluation of the pH and calcium ion release in the following time periods: 1 hr, 1, 3, 7, 30, 180 and 365 days after the obturation. After the period of one year, the teeth were transversely sectioned at 2, 4 and 6 mm from the root apex to examine the quality of the obturations, analyzing the percentage of cement, gutta-percha and voids in the obturator mass. The cements presented a neutral pH, which showed slightly increase as of 180 days when used in canals with foramens of 0.25 mm diameters. When used in canals with foramens with diameters of 0.45 mm, the pH presented higher values in all periods for all cements. All cements released calcium ions, with lower values for the AH Plus. In the stereomicroscopy, there were variations in the percentages of cement and gutta-percha, considering the foraminal diameters and obturation techniques and an insignificant percentage of voids.

Key-Words: Endodontics. Root canal obturation. Microscope. pH. Endodontic sealer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Cimentos endodônticos utilizados: MTA Fillapex (A), AH Plus (B) e Sealapex (C).	61
Figura 2	- Vista frontal do microtomógrafo SkyScan modelo 1174 conectado ao computador.	61
Figura 3	- Modelo tridimensional de canais radiculares selecionados.	62
Figura 4	- Odontometria com lima do tipo K nº10 munida de limitador de penetração (A). Padronização do forame apical com a lima do tipo K nº 25, grupo A= 0,25 mm (B) e lima nº 45, grupo B= 0,45 mm (C), respectivamente.	63
Figura 5	- Subgrupo A1: canais preparados manualmente até a lima do tipo K nº40 e escalonamento pela técnica telescópica regressiva até a lima nº70.	64
Figura 6	- Subgrupo A2: canais preparados mecanicamente com o sistema MTwo (20.06, 25.06, 30.05, 35.04 e 40.04).	64
Figura 7	- Subgrupo B1: canais preparados manualmente até a lima do tipo K nº 60 e escalonamento pela técnica telescópica regressiva até a lima nº 90.	65
Figura 8	- Subgrupo B2: canais preparados mecanicamente com o sistema MTwo, (40.04, 45.04, 50.04, 60.04).	65
Figura 9	- Partes iguais de volume da pasta A com a pasta B dos cimentos e espiral Lentulo montada no contra ângulo (A). Espiral Lentulo nº 3 levando cimento ao interior do canal (B). Técnica da condensação lateral (subgrupos A1 e B1) (C). Técnica do cone único (subgrupos A2 e B2) (D).	70
Figura 10	- Raízes dentais imersas em 15 mL de água ultrapura, acondicionados em frascos de penicilina.	71
Figura 11	- Vista frontal do peagômetro analógico.	72
Figura 12	- Vista frontal do espectrofotômetro de absorção atômica Thermo Scientific conectado ao computador.	73
Figura 13	- Máquina utilizada para a secção das raízes.	74
Figura 14	- Demarcações e espessura das secções transversais realizadas a 2 mm, 4 mm e 6 mm do forame apical.	75

Figura 15 - Fatias montadas em lâminas e fixadas com cera pegajosa para polimento na politriz.....	75
Figura 16 - Estereomicroscópio e programa AxionVision empregado para medir as áreas do canal radicular, cimento, guta-percha e espaços vazios.....	76
Figura 17 - Representações gráficas da porcentagem de cimento na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica da condensação lateral com os cones de calibre 40 (A1.1, A1.2, A1.3) e calibre 60 (B1.1, B1.2, B1.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	86
Figura 18 - Representações gráficas da porcentagem de cimento na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica do cone único com os cones de calibre 40 (A2.1, A2.2, A2.3) e calibre 60 (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	86
Figura 19 - Representações gráficas da porcentagem de cimento na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 40, com a técnica da condensação lateral (A1.1, A1.2, A1.3) e, com a técnica do cone único (A2.1, A2.2, A2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	86
Figura 20 - Representações gráficas da porcentagem de cimento na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 60, com a técnica da condensação lateral (B1.1, B1.2, B1.3) e, com a técnica do cone único (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	87
Figura 21 - Representações gráficas da porcentagem de guta-percha na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica da condensação lateral com os cones de calibre 40 (A1.1, A1.2, A1.3) e calibre 60 (B1.1, B1.2, B1.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	87
Figura 22 - Representações gráficas da porcentagem de guta-percha na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica do cone único com os cones de calibre 40 (A2.1, A2.2, A2.3) e calibre 60 (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	87

Figura 23 - Representações gráficas da porcentagem de guta-percha na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 40, com a técnica da condensação lateral (A1.1, A1.2, A1.3) e, com a técnica do cone único (A2.1, A2.2, A2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	88
Figura 24 - Representações gráficas da porcentagem de guta-percha na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 60, com a técnica da condensação lateral (B1.1, B1.2, B1.3) e, com a técnica do cone único (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	88
Figura 25 - Representações gráficas da porcentagem de espaços vazios na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica da condensação lateral com os cones de calibre 40 (A1.1, A1.2, A1.3) e calibre 60 (B1.1, B1.2, B1.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	88
Figura 26 - Representações gráficas da porcentagem de espaços vazios na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica do cone único com os cones de calibre 40 (A2.1, A2.2, A2.3) e calibre 60 (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	89
Figura 27 - Representações gráficas da porcentagem de espaços vazios na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 40, com a técnica da condensação lateral (A1.1, A1.2, A1.3) e, com a técnica do cone único (A2.1, A2.2, A2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	89
Figura 28 - Representações gráficas da porcentagem de espaços vazios na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 60, com a técnica da condensação lateral (B1.1, B1.2, B1.3) e, com a técnica do cone único (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).	89
Figura 29 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 2 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).	91

Figura 30 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 4 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).	91
Figura 31 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 6 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).	91
Figura 32 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 2 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).	93
Figura 33 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 4 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).	93
Figura 34 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 6 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).	93
Figura 35 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 2 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).	95
Figura 36 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 4 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).	95
Figura 37 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 6 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).	95
Figura 38 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 2 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).	97

-
- Figura 39** - Representações gráficas de estereomicroscopia a 4 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C). 97
- Figura 40** - Representações gráficas de estereomicroscopia a 6 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C). 97
-

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Distribuição dos dentes, de acordo com os grupos experimentais, considerando os diâmetros dos forames, as técnicas de instrumentação e obturação e os cimentos obturadores.....	67
Tabela 2	- Valores de pH e desvios padrão proporcionados pelos cimentos, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 25 e técnica da condensação lateral, de acordo com cada período.	79
Tabela 3	- Valores de pH e desvios padrão proporcionados pelos cimentos, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 25 e técnica do cone único, de acordo com cada período.....	79
Tabela 4	- Valores de pH e desvios padrão proporcionados pelos cimentos, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 45 e técnica da condensação lateral, de acordo com cada período.	80
Tabela 5	- Valores de pH e desvios padrão proporcionados pelos cimentos, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 45 e técnica do cone único, de acordo com cada período.....	80
Tabela 6	- Valores da liberação de íons cálcio e desvios padrão encontrados para cada cimento, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 25 e técnica da condensação lateral, de acordo com cada período.	81
Tabela 7	- Valores da liberação de íons cálcio e desvios padrão encontrados para cada cimento, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 25 e técnica do cone único, de acordo com cada período.	81
Tabela 8	- Valores da liberação de íons cálcio e desvios padrão encontrados para cada cimento, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 45 e técnica da condensação lateral, de acordo com cada período.	81
Tabela 9	- Valores da liberação de íons cálcio e desvios padrão encontrados para cada cimento, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 45 e técnica do cone único, de acordo com cada período.	82
Tabela 10	- Médias e desvios-padrão (média±dp) de cimento, guta-percha e espaços vazios a 2, 4 e 6mm do forame, em função dos cimentos utilizados (valores em %).....	83

Tabela 11 - Médias e desvios-padrão (média±dp) de cimento, guta-percha e espaços vazios a 2, 4 e 6mm do forame, em função da técnica de obturação utilizada (valores em %).....	84
Tabela 12 - Médias e desvios-padrão (média±dp) de cimento, guta-percha e espaços vazios a 2, 4 e 6mm do forame, em função do diâmetro foraminal (valores em %).....	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

mL	mililitro
=	igual
h	hora
mm	milímetro
ISO	international standard organization
Al	alumínio
MEV	microscópio eletrônico de varredura
EDS-X	espectrometria de energia dispersiva por raios-x
CRCS	Calcibiotic Root Canal Sealer
mg/dl	miligrama por decilitro
g	grama
μL	microlitro
°C	grau centígrado
cm	centímetro
#	tamanho
ANOVA	análise de variância
P	significância estatística
<	menor
>	maior
rpm	rotações por minuto
EDTA	ácido etileno diaminotetracético
%	porcentagem
HC	hidróxido de cálcio
PVC	policloreto de polivinila
±	mais ou menos
ADA	American Dental Association
PSCP	perímetro do canal preenchido por cimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	REVISÃO DE LITERATURA	27
2.1	CIMENTOS ENDODÔNTICOS	29
2.2	PH E LIBERAÇÃO DE ÍONS CÁLCIO	34
2.3	QUALIDADE DA OBTURAÇÃO POR MEIO DE ESTEREOMICROSCOPIA	44
3	PROPOSIÇÃO	53
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	57
4.1	CIMENTOS OBTURADORES	59
4.2	ETAPAS OPERATÓRIAS	61
4.3	ARMAZENAMENTO	70
4.4	ANÁLISE DO PH E LIBERAÇÃO DE ÍONS CÁLCIO	71
4.5	AValiação DA QUALIDADE DAS OBTURAÇÕES EM ESTEREOMICROSCÓPIO	74
5	RESULTADOS.....	77
5.1	ANÁLISE DO PH.....	79
5.2	ANÁLISE DA LIBERAÇÃO DE ÍONS CÁLCIO	80
5.3	ANÁLISE EM ESTEREOMICROSCOPIA.....	82
6	DISCUSSÃO.....	99
6.1	SOBRE A METODOLOGIA	102
6.2	DOS RESULTADOS.....	109
6.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
7	CONCLUSÕES	123
	REFERÊNCIAS	127
	ANEXOS.....	141

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A obturação completa do sistema de canais radiculares é o objetivo final e primordial do tratamento endodôntico. Praticamente 60% dos insucessos do tratamento endodôntico têm sido atribuídos a obturações imperfeitas (DOW; INGLE, 1955). Aliadas ao selamento perfeito do sistema de canais radiculares que a obturação deve proporcionar, as propriedades biológicas dos materiais obturadores são muito importantes quando se considera a possibilidade de induzir processos de reparo dos tecidos perirradiculares. O pH e a liberação de íons cálcio têm sido apontados como propriedades muito importantes de um cimento obturador, pois atuam em nível tecidual estimulando e acelerando o processo de reparo (SEUX et al. 1991).

A difusão de íons hidroxila pelo sistema de canais eleva o pH na superfície radicular adjacente aos tecidos periapicais, interferindo com a atividade osteoclástica, promovendo um estado de alcalinidade nos tecidos adjacentes (ELDENIZ et al., 2007). O pH alcalino ativa a fosfatase alcalina, favorecendo a deposição de tecido mineralizado (STANLEY, 1989). O cálcio favorece a mineralização, pois reage com o gás carbônico tecidual formando carbonato de cálcio, o qual participa, como matriz, para o processo de calcificação (SEUX et al. 1991). A liberação deste íon estimula a síntese de fibronectina, que é a responsável pela migração e adesão de células pulpares e periodontais, que sintetizam e depositam colágeno do Tipo I, formando a matriz orgânica extracelular (SEUX et al., 1991). Este processo é dose dependente, isto é, quanto maior a quantidade de cálcio liberada, maior a síntese de fibronectina (MIZUNO; BANZAI, 2008), fato que representa o passo inicial para o processo de formação de barreira mineralizada (SEUX et al., 1991).

Não há dúvidas que nos primeiros momentos, após a obturação, o aumento do pH e a liberação de íons cálcio na região apical é algo desejável, porém, se for considerado que o organismo necessita de pH neutro para melhor exercer suas funções, fica evidente que esta ocorrência não deve se estender ao longo do tempo. Por outro lado, o aumento de pH e liberação de íons cálcio, ao longo do tempo, só ocorrerá com a solubilização do material obturador, que poderá por em risco a integridade da obturação e o selamento inicial obtido. Dessa maneira, a composição dos cimentos endodônticos é de extrema importância, uma vez que pode influenciar em suas propriedades físico-químicas e biológicas, podendo interferir positiva ou negativamente na qualidade do selamento do sistema de canais radiculares.

O cimento AH Plus é um cimento à base de resina epóxica, e a literatura mostra que a liberação de cálcio é mínima, podendo nem ocorrer (BORGES et al., 2012). Quanto à solubilidade, este cimento é praticamente insolúvel, e as pesquisas têm demonstrado ser um excelente selador (ØRSTAVIK, 2005; VERSIANI et al., 2006; RESENDE et al., 2009; GARRIDO et al., 2010).

O cimento Sealapex, além de outras substâncias, possui em sua fórmula, o óxido de cálcio que, de acordo com o fabricante, ao entrar em contato com a água, se transforma em hidróxido de cálcio. As pesquisas são concordes em demonstrar a grande liberação de cálcio e o aumento do pH proporcionados por esse cimento, considerando vários períodos, bem como uma alta solubilidade.

O MTA Fillapex é um cimento resinoso que contém silicato de cálcio. Segundo o fabricante, ele foi desenvolvido com o intuito de se aproveitar as excelentes propriedades biológicas do MTA, ao qual foram adicionados polímeros e outros constituintes, alterando sensivelmente sua composição inicial. Ainda, de acordo com o fabricante esse cimento apresenta tempo de trabalho adequado, alta radiopacidade e baixa solubilidade. Segundo Borges et al. (2012) ele apresenta liberação de cálcio elevada. Todavia, os mesmos autores (BORGES et al., 2012) detectaram alta solubilidade nesse cimento, excedendo em muito os valores considerados normais.

Os métodos utilizados para a avaliação do pH e liberação de íons cálcio, proporcionados por cimentos endodônticos, por meio de tubos de polietileno (DUARTE et al., 2000; DUARTE et al., 2003; DUARTE et al., 2004; FERREIRA et al., 2004), fogem da realidade clínica já que os tubos de polietileno utilizados apresentam um grande diâmetro e, geralmente, são preenchidos exclusivamente com cimento, o que proporciona uma grande área de contato do cimento com o meio onde ocorre a imersão do tubo. É de se esperar que um cimento que possua sais de cálcio em sua composição, mas, que não apresente solubilidade, no máximo, oferecerá aumento de pH e liberação de íons cálcio, até que ocorra sua presa ou endurecimento (polimerização). Clinicamente, a liberação de íons cálcio e aumento de pH estão condicionados à solubilidade do cimento no interior dos canais radiculares, bem como à área de contato do mesmo com os fluidos tissulares. Não se pode deixar de considerar, também, a quantidade de cimento exposta aos fluidos. Portanto, a área de exposição do cimento aos fluidos, bem como a quantidade do mesmo, são fatores que podem influenciar na solubilidade. A área de exposição tem relação com o diâmetro do

forame apical e a quantidade de cimento está relacionada, em parte, com a técnica obturadora utilizada. Assim, quanto maior o diâmetro do forame, maior a possibilidade de exposição do material obturador aos fluidos tissulares. Da mesma maneira, quanto maior a quantidade de cimento na massa obturadora, maior a área de contato com os fluidos e, conseqüentemente, possibilidade de maior solubilização do cimento. Para que um cimento proporcione o aumento do pH de um meio e a liberação de íons cálcio, ele deve possuir este elemento químico em sua composição e, forçosamente, deverá sofrer alguma solubilidade que, se for constante, pode se tornar prejudicial ao longo do tempo.

Até o momento, na literatura científica, não constam estudos que tenham avaliado o pH e a liberação de íons cálcio de cimentos endodônticos por um longo período de tempo e, principalmente, em situações específicas, isto é, em obturações de canais radiculares. Sendo assim, torna-se oportuno avaliar a influência da área e da quantidade de cimentos sobre o pH e a liberação de íons cálcio dos mesmos, quando expostos ao meio por longos períodos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

Desde o início da endodontia, há uma busca por materiais obturadores que se aproximem do ideal, considerando suas propriedades físico-químicas e biológicas. Em relação aos materiais em estado sólido, os cones de guta-percha ainda permanecem como o material de escolha. Porém, não podem ser utilizados isoladamente, uma vez que, não são capazes de preencher totalmente o sistema de canais radiculares. Dessa forma, torna-se necessário a sua associação aos materiais em estado plástico, os quais preenchem os espaços existentes entre os cones de guta-percha e paredes do canal radicular.

2.1 Cimentos Endodônticos

AH Plus

Lançado pela Dentsply, o primeiro estudo a avaliar as propriedades do AH Plus foi realizado em 1997 por ZMENER et al. e, desde então, ele vem sendo estudado extensivamente. Ele é considerado padrão ouro nas pesquisas odontológicas (ØRSTAVIK, 2005; GARRIDO et al., 2010), devido às suas propriedades satisfatórias, nas quais estão, estabilidade dimensional (MARÍN-BAUZA et al., 2012; ZHOU et al., 2013; VIAPIANA et al., 2014), baixa solubilidade (SCHAFFER; ZANDBIGLARI, 2003; VERSIANI et al., 2006; RESENDE et al., 2009; FLORES et al., 2011; GARRIDO et al., 2010; BORGES et al., 2012; MARÍN-BAUZA et al., 2012; VITTI et al., 2013; ZHOU et al., 2013; VIAPIANA et al., 2014), selamento apical adequado (SALEH et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011), boa adesão à dentina radicular (FISHER; BERZINS; BAHCALL, 2007; HARAGUSHIKU et al., 2012), baixa toxicidade (ØRSTAVIK, 2005; VERSIANI et al., 2006; RESENDE et al., 2009; GARRIDO et al., 2010; SILVA et al., 2013) e biocompatibilidade (ALMEIDA, 1997; LEONARDO et al., 1999; TAVARES et al., 2013).

O AH Plus é um cimento à base de resina do tipo epóxi-amina, sendo apresentado na forma pasta-pasta, e os componentes diepóxico e poliaminas das pastas são misturados durante a manipulação. Cada grupo amina reage com um grupo epóxico levando à formação de uma ligação covalente, resultando em um polímero rígido e resistente (McDERMOTT

1993; CASE; O'BRIEN; WARD, 2005); isso pode explicar a baixa solubilidade e superfície homogênea e compacta do AH Plus (VERSIANI et al., 2006; RESENDE et al., 2009; FLORES et al., 2011).

Apresenta em sua composição grande quantidade de zircônio (64,24%), sendo sua superfície regular, com partículas uniformemente distribuídas e com aspecto globular (SAMPAIO et al., 2014).

O AH Plus apresenta alta radiopacidade (MARCIANO et al., 2011; BALDI et al., 2012; MARÍN-BAUZA et al., 2012), sendo os agentes radiopacificadores o óxido de zircônio, óxido de ferro e o tungstato de cálcio (MARÍN-BAUZA et al., 2012). O tungstato de cálcio apresenta baixa solubilidade em água (LINKE; SEIDELL, 1965; MARÍN-BAUZA et al., 2012), sendo a liberação de íons cálcio desse material, praticamente nula e seu pH neutro (DUARTE et al., 2004; MASSI et al., 2011; CANDEIRO et al., 2012; SILVA et al., 2013; BORGES et al., 2012).

Em relação ao tempo de presa, os resultados dos diferentes estudos são variáveis, mas todos estão de acordo com as normas ISO 6876/2001 (MARÍN-BAUZA et al., 2012; VITTI et al., 2013; ZHOU et al., 2013; VIAPIANA et al., 2014). A reação de polimerização do AH Plus é lenta, envolvendo a reação entre as aminas da resina epóxica com alto peso molecular (Bisfenol A e F) (FLORES et al., 2011; VITTI et al., 2013). Com isso, a conversão de monômeros em polímeros ocorre lentamente, podendo explicar o longo tempo de presa desse material (VITTI et al., 2013). Ainda, o tempo de presa pode variar de acordo com a porção do tubo que a pasta é dispensada (BALDI et al., 2012).

Outro fator que pode ser influenciado pela porção do tubo é o escoamento do material. Baldi et al. (2012) mostraram maiores valores de escoamento quando o cimento foi coletado do início dos tubos. Os resultados do escoamento do AH Plus também são distintos nos diferentes estudos, mas estes estão dentro dos valores recomendados pelas normas ISO 6876/2001 (maior do que 17 mm e 20 mm) (MARÍN-BAUZA et al., 2012; VITTI et al., 2013; ZHOU et al., 2013; VIAPIANA et al., 2014).

Além da biocompatibilidade, outro fator importante é a ação antimicrobiana dos cimentos endodônticos, que auxilia na manutenção da sanificação do sistema de canais radiculares. O cimento AH Plus apresenta mínima inibição em relação à cultura de *Enterococcus faecalis* (GOMES et al., 2004; MIYAGAK et al., 2006; NEELAKANTAN;

SUBBARAO, 2008; FARIA-JÚNIOR et al., 2013), concluindo-se que este microorganismo tem uma certa resistência a este cimento. Pizzo et al. (2006) mostraram que o AH Plus apresentou atividade antibacteriana apenas quando fresco, mas 24h e 7 dias após a presa não se verificou efeito contra *Enterococcus faecalis*. Resultados similares foram relatados por Kayaoglu et al. (2005). Esta baixa atividade pode estar relacionada ao pH neutro e à baixa solubilidade do AH Plus (FARIA-JÚNIOR et al., 2013).

MTA FillApex

Considerando as propriedades biológicas do MTA, em 2010, a empresa Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR, Brasil, lançou no mercado o cimento endodôntico MTA Fillapex. Esse cimento apresenta em sua composição, de acordo com a bula, resina salicilato, resina diluente, óxido de bismuto, nanopartículas de sílica, MTA e pigmentos. Segundo o fabricante, o tempo de trabalho é adequado (35 minutos), possui bom escoamento (27,66 mm), tempo de presa adequado (130 minutos), densidade óptica de 77% e baixa solubilidade (0,1%), cumprindo, dessa forma, as normas ISO 6876 (ISO 2001).

É apresentado na forma de duas pastas para a manipulação em partes iguais, sendo que o contato entre as pastas promove duas reações químicas que são responsáveis pela presa do material (VITTI et al., 2013). A primeira reação refere-se à hidratação progressiva dos íons ortosilicato e, na segunda, o MTA reage com a resina salicilato criando um polímero iônico (VITTI et al., 2013).

A superfície do MTA Fillapex apresenta-se irregular, com distribuição uniforme dos elementos químicos, apresentando uma matriz de silício e partículas de cálcio com aspecto globular e partículas de bismuto de diferentes tamanhos e formas (SAMPAIO et al., 2014). Em análise realizada em microscópio eletrônico de varredura (MEV), a superfície do MTA Fillapex apresentou, após o teste de solubilidade, rugosidade superficial, com o aparecimento de “cracks” e porosidades na matriz de resina. (BORGES et al., 2012).

As propriedades físico-químicas e biológicas do MTA Fillapex têm sido estudadas desde 2011 e, muitas vezes, os resultados são conflitantes. Isso pode ser devido a diferenças na execução da metodologia.

Em relação à biocompatibilidade, em estudos realizados em subcutâneo de ratos, o MTA Fillapex foi bem tolerado pelos tecidos (GOMES-FILHO et al., 2012), diferentemente

do encontrado por Zmener et al. (2012) e Tavares et al. (2013), que relataram intensa e extensa reação inflamatória, alertando para o seu potencial irritante aos tecidos. Em cultura de células, ele apresentou intenso efeito citotóxico (SCELZA et al., 2011; SILVA et al., 2013; YOSHINO et al., 2013) e genotóxico (BIN et al., 2012), principalmente nos períodos iniciais pós-manipulação (BIN et al., 2012). Entretanto, apesar destes efeitos tóxicos iniciais produzidos durante a presa, com o passar do tempo, ocorre uma diminuição da citotoxicidade, levando à formação de cristais de apatita em cultura de células odontoblásticas, devido à bioatividade do cimento. Em relação à atividade antimicrobiana, MTA Fillapex, embora não tenha eliminado totalmente o biofilme bacteriano, proporcionou uma redução significativa no número de bactérias (FARIA-JÚNIOR et al., 2013). No estudo de MORGENTAL et al. (2011), o MTA Fillapex demonstrou atividade antibacteriana contra *Enterococcus faecalis*, pelo teste de difusão em ágar e por contato direto.

As propriedades físico-químicas e mecânicas do MTA Fillapex têm sido estudadas extensivamente. Os estudos têm mostrado que esse cimento apresenta uma alta solubilidade (BORGES et al., 2012; FARIA-JÚNIOR et al., 2013; VIAPIANA et al., 2014), propriedade esta que influencia positivamente na liberação de íons cálcio e hidroxila (SILVA et al., 2013; KUGA et al., 2014; ZHOU et al., 2013). No entanto, a alta solubilidade é indesejável, pois, a dissolução do cimento obturador gera a formação de gaps entre as paredes dentinárias e o material obturador, aumentando a possibilidade de infiltração bacteriana, com o tempo (ØRSTAVIK 2005).

Ainda, esse cimento apresenta baixa resistência à compressão (VIAPIANA et al., 2014; MANDAVA et al., 2014) e adesão à dentina (SAGSEN et al., 2011; GUIOTTI et al., 2014). A apatita formada na reação entre MTA e água é depositada dentro das fibrilas colágenas, promovendo a formação de uma camada interfacial com estrutura semelhante a tags, diminuindo a adesividade do cimento.

Os estudos mostram que o MTA Fillapex apresenta radiopacidade satisfatória, ou seja, valor acima de 3 mm de Al, escoamento (> 17 mm) e tempo de presa adequados.

Sealapex

O Sealapex foi introduzido e comercializado no Brasil em 1984, na forma pasta/pasta, sendo composto por 2 bisnagas, uma contendo a pasta base e a outra a catalisadora. Essa

forma de apresentação permanece nos dias atuais. Seu tempo de presa no interior do canal radicular, segundo o fabricante, é de 30 a 40 minutos. Na presença de umidade, ocorre a aceleração do tempo de presa, sendo necessário que no momento da obturação, o canal radicular esteja o mais seco possível.

Em 2005, foi realizada uma pequena modificação em sua composição, substituindo-se sulfato de bário pelo trióxido de bismuto, com o intuito de aumentar a sua radiopacidade e seu tempo de validade (LEONARDO, 2012). Essa modificação não alterou a solubilidade do material (BORGES et al., 2012).

Os estudos biológicos realizados com o Sealapex versões 1984 e 2005 mostraram resultados satisfatórios, apresentando excelente tolerância tecidual e selamento apical por tecido mineralizado (GOMES FILHO et al., 2008; CUNHA et al., 2011). No entanto, outros estudos têm demonstrado que a alteração na formulação do Sealapex levou a reações histopatológicas adversas (LEONARDO et al., 2007; SILVA-HERZOG et al., 2011).

Em relação às propriedades físico-químicas, o Sealapex apresenta-se altamente solúvel (BORGES et al., 2012, MARÍN-BAUZA et al., 2012), possui baixa capacidade adesiva às paredes dentinárias (SAMPAIO et al., 2014) e altos níveis de liberação de íons cálcio e hidroxilas (GORDON; ALEXANDER, 1986; TAGGER; TAGGER; KFIR, 1988; FIDEL, 1993; SIQUEIRA; FRAGA; GARCIA, 1995; ESBERARD; CARNES; DEL RIO, 1996; DUARTE, 1996; SILVA, 1997; DUARTE et al., 2000; ELDENIZ et al., 2007; BAE et al., 2011; FARIA-JÚNIOR et al., 2013). Quanto à estabilidade dimensional, apresenta comportamento atípico, sofrendo alta absorção de água e expansão volumétrica devidas, provavelmente, à sua porosidade (ELDENIZ et al., 2007).

No estudo de Borges et al. (2012), todos os espécimes do cimento Sealapex mostraram, por meio de MEV/EDS-X, alterações morfológicas após o teste de solubilidade, com a presença de cracks e poros na superfície e redução dos níveis de óxido de cálcio. Essa matriz pobremente formada (CAICEDO; VON FRAUNHOFER, 1988) e porosa, somada à baixa estabilidade dimensional e alta absorção, permite o ingresso de água ao longo do tempo, promovendo sua degradação justificando, assim, sua alta solubilidade.

O Sealapex permite altos valores de infiltração (WU et al., 1994; ERSAHAN; AYDIN, 2013). Esses achados estão em contraste com Waltimo et al. (2001), que relataram bons resultados com esse cimento. No entanto, Wu et al. (1995) mostraram que o Sealapex

possui boa capacidade seladora inicial, mas que decresce após longo tempo de armazenamento em água.

2.2 pH e liberação de íons cálcio

Gordon e Alexander (1986) avaliaram o potencial de alcalinização de alguns cimentos obturadores endodônticos. Após o preparo dos canais, quarenta dentes humanos foram divididos em quatro grupos e os canais foram obturados pela técnica da condensação lateral, variando-se o cimento. Foram avaliados o Sealapex, CRCS e o cimento de Grossman. Em um grupo, os dentes não tiveram seus canais obturados. Na seqüência, os dentes foram imersos em 10 mL de solução salina e tiveram o pH avaliado nos períodos de 1 e 4 horas, 1, 2 e 3 dias e 1 semana. O Sealapex apresentou pH superior aos demais cimentos em todos os períodos avaliados, apresentando seu pico na avaliação de 4 horas. Quanto ao CRCS, apesar de, no geral, apresentar índices de pH inferiores ao Sealapex, foi estatisticamente superior aos demais grupos (Grossman e sem cimento) nas avaliações de 1 e 4 horas, não existindo outras diferenças significativas entre os demais grupos na maioria dos períodos, exceto no de 3 dias, onde o grupo de dentes com canais não obturados foi estatisticamente inferior aos demais.

Tagger, Tagger e Kfir, em 1988, avaliaram o pH e liberação de íons cálcio dos cimentos Sealapex, CRCS e Hermetic. Corpos de prova cilíndricos com 7 mm de diâmetro e 3 mm de altura foram confeccionados e, após a presa, imersos em 15 mL de água bi-destilada. Avaliações foram realizadas a cada 15 minutos até que se completassem 2 horas. A cada período os espécimes eram depositados em novos recipientes com o mesmo volume de água. Foram utilizados um analisador de cálcio automático e um peagômetro (PBS 737) para determinação dos valores de cálcio e pH, respectivamente. Quanto à liberação de cálcio, o Sealapex apresentou uma liberação longa e gradual, atingindo 1,9 mg/dL aos 15 minutos. Entretanto, aos 75 minutos o material começou a demonstrar sinais de desintegração, não possibilitando a aferição aos 120 minutos. O CRCS não apresentou liberação de cálcio, já o Hermetic, aos 15 minutos, liberou 2,56 mg/dL não se detectando mais liberação de cálcio na avaliação de 30 minutos. Quanto ao pH, os cimentos demonstraram potencial alcalinizador, tendo o Sealapex apresentado uma alcalinização crescent e gradual atingindo 10,70 aos 120 minutos. Já, os demais cimentos apresentaram sinais de estabilização, logo aos 30 minutos com valores de 7,62 para o CRCS e 6,79 para o Hermetic.

Fidel (1993) avaliou algumas propriedades físico-químicas, dentre elas o pH, dos cimentos obturadores de canais radiculares Sealapex, Sealer 26, Apexit, CRCS, Fill-Canal e um cimento experimental, denominado PR-sealer, à base de óxido de zinco e eugenol com hidróxido de cálcio. O cimento CRCS foi o que apresentou maiores médias de pH (11,2), seguido pelo Apexit (10,8). O cimento Sealapex apresentou, ao final do período, pH 9,2, porém, mostrou uma tendência de queda a partir da avaliação de 120 horas.

Siqueira, Fraga e Garcia (1995) avaliaram a capacidade seladora, pH e o escoamento de 3 cimentos endodônticos possuidores de cálcio (Sealapex, Sealer 26 e Apexit) e de um à base de óxido de zinco e eugenol (Fill Canal), como parâmetro de comparação. Para a avaliação do pH, amostras de igual volume dos cimentos recém-preparados foram armazenadas em frascos separados contendo 10 mL de água destilada (pH 6.8) a 37°C. Ao realizar as leituras do pH, o eletrodo do peagômetro permaneceu em contato com a solução durante 30 segundos. As leituras foram realizadas nos intervalos de 30 minutos, 1 hora e 7 dias após o preparo dos cimentos. A cada leitura a água destilada era renovada. Quanto aos resultados, em relação ao pH, todos os cimentos com cálcio alcalinizaram o meio em todos os períodos avaliados, sendo que na primeira hora foi observado um valor maior de pH. Aos 7 dias houve uma redução do mesmo, provavelmente, devido ao endurecimento do material e consequente redução da solubilidade. O cimento Sealapex apresentou os maiores valores de pH em todos os períodos, provavelmente, devido à sua alta solubilidade e desintegração. Embora a solubilização, com o tempo, coloque em risco o selamento apical, os autores acreditam que isto é mínimo, uma vez que a área de contato entre os fluidos teciduais e o cimento é em tempo reduzido. Ainda, eles relataram que a solubilização inicial do cimento com liberação de íons hidroxila, poderia induzir um fechamento biológico do forame apical pela formação de tecido mineralizado, minimizando, assim, a dissolução ao longo do tempo.

Staehle et al. (1995) avaliaram a capacidade de alcalinização de algumas pastas e cimentos obturadores que contêm hidróxido ou óxido de cálcio. Foram avaliadas as pastas Pulpdent e Gangraena Merz e os cimentos Sealapex e Apexit. Para a determinação da capacidade alcalinizadora, foram preparados e obturados os canais de setenta dentes humanos unirradiculados. Sete dias depois de terem os canais obturados os dentes foram clivados. Utilizaram o corante vermelho cresol para identificar as áreas com pH alcalino, entre 7,0 e 8,6. A maior ocorrência de áreas alcalinas aconteceu nos espécimes obturados com a pasta Pulpdent®, e os piores, com o cimento Apexit®. Os autores concluíram que a liberação de íons hidroxila não é unicamente influenciada pela quantidade de hidróxido de cálcio presente

no material, podendo ter sua liberação inibida ou reduzida por conta da atuação de outros constituintes do material.

Esberard, Carnes e Del Rio (1996), investigaram as mudanças de pH ao longo do tempo em cavidades preparadas na superfície da dentina radicular de 50 dentes unirradiculados extraídos, divididos em 5 grupos e, obturados pela técnica da condensação lateral com os cimentos: Sealapex, Sealer 26, Apexit, CRCS. O grupo controle era composto por dentes com canais não obturados. As cavidades foram preparadas nos terços cervical e médio. A mensuração do pH foi realizada nas cavidades de dentina nos períodos de 0, 3, 7, 14, 21, 28, 45, 60 90 e 120 dias após a obturação. Cada dente era removido do frasco individual, lavado com água destilada e seco. Em seguida, dois μL de água destilada eram colocados nas cavidades. Após 10 minutos, o pH era mensurado usando microeletrodo calibrado. Os resultados mostraram que o pH na superfície das raízes não se tornou alcalino, considerando todos os cimentos. Independentemente do cimento usado, o padrão de mudança do pH não foi diferente do grupo controle. Os autores concluíram que os cimentos com hidróxido de cálcio, embora sejam adequados para a obturação dos canais radiculares, não produzem pH alcalino na superfície radicular, sendo questionável seu suposto efeito no tratamento de reabsorções radiculares.

Duarte (1996) avaliou, dentre outras propriedades, o pH de cimentos obturadores de canais radiculares. Foi determinado o pH dos cimentos Endomethasone, AH 26, Sealapex, Sealer 26, Sealer 26 acrescido de 5% e 10% de hexametilenotetramina, além de uma pasta de hidróxido de cálcio. Tubos com 2 mm de diâmetro e 10 mm de comprimento foram preenchidos com os materiais e, imediatamente, imersos em água deionizada. Leituras do pH foram realizadas por meio de um peagômetro nos períodos de 24, 48 horas e 7 dias, colocando-se os corpos de prova em um novo recipiente, com o mesmo volume de água, após cada período. Os resultados mostraram que a pasta apresentou os maiores índices, diferenciando-se estatisticamente dos cimentos. Os cimentos que contêm hidróxido ou óxido de cálcio apresentaram valores estatisticamente superiores aos que não possuem essas substâncias.

Silva et al., em 1997, testaram a ionização do hidróxido de cálcio dos cimentos Sealapex, CRCS, Sealer 26 e Apexit, por meio dos métodos de condutividade, pH e espectrofotometria de absorção atômica. Os cimentos foram espatulados e inseridos em matrizes de teflon de 6 mm de diâmetro e 15 mm de comprimento. Os espécimes foram

armazenados em recipiente fechado até a presa e, em seguida, foram secados e estocados em dissecador, por 48 horas. Após esse período, cinco espécimes de cada material, foram pesados separadamente e colocados em um becker contendo 50 mL de água destilada para, então, se determinar as propriedades físico-químicas dos cimentos, após 0, 1, 2, 4, 6 e 24 horas e 5, 15 e 30 dias de imersão. Os resultados mostraram que o Sealapex foi o cimento que proporcionou os maiores valores de pH e cálcio iônico, seguido pelo CRCS, Apexit e Sealer 26, em todos os períodos experimentais.

Huang e Kao (1998) compararam o pH nas superfícies dos cimentos Canals (OZE), Pulp Canal Sealer e do AH 26 após a espatulação, em vários intervalos de tempo, *in vitro*. Os cimentos foram espatulados de acordo com as recomendações dos fabricantes e inseridos em discos. Três grupos de oito discos, para cada cimento, foram imersos em 0.5 mL de solução tampão de pH 7.0, sendo que o grupo controle continha somente solução tampão. As amostras foram incubadas a 37°C e 100% de umidade por 1 h, 24 h, 5 dias, 8 dias, 2, 3, 4, 5 e 7 semanas. O pH dos materiais foi calculado nos vários períodos de tempo por meio do peagômetro Twin. Obtiveram, como resultados, que o cimento AH 26 apresentou pH ácido e o Pulp Canal Sealer pH alcalino em todos os períodos analisados. O cimento Canals (OZE) mostrou pH ácido nos períodos de 1 h, 2 h e 24 h, apresentando alcalinidade nos demais períodos analisados. Concluíram que na terapia endodôntica, quando o reparo é necessário, os cimentos que contém hidróxido de cálcio são a melhor escolha.

Brandão (1999) avaliou, dentre outras propriedades, o pH e a liberação de íons cálcio de alguns cimentos obturadores de canais. Foram avaliados os cimentos de Óxido de Zinco e Eugenol, o Sealer 26 e dois cimentos resinosos experimentais, o Sealer Plus e o MBP; os três últimos contendo hidróxido de cálcio em suas composições. Foram confeccionados corpos de prova preenchendo-se tubos de 1 mm de diâmetro interno e 10 mm de comprimento, com os cimentos em teste. Logo depois de preenchidos, os espécimes foram imersos em tubos de ensaio contendo 6 mL de água ultrapura. Tanto o pH quanto a liberação de íons cálcio foram determinados nos períodos de 1, 3, 7, 15 e 30 dias, sempre retirando o espécime do tubo utilizado no último período e imergindo-o em um novo. A determinação do pH foi realizada com um peagômetro e para a liberação de íons cálcio utilizou-se um espectrofotômetro de absorção atômica. Os maiores valores de pH foram alcançados pelos cimentos possuidores de hidróxido de cálcio na composição, tendo o Sealer 26 proporcionado as maiores médias (9,68). Entretanto, o cimento experimental MBP proporcionou média estatisticamente semelhante (9,33) no período de trinta dias.

Duarte et al. (2000) avaliaram o pH e a liberação de íons cálcio dos cimentos endodônticos Sealapex, Sealer 26 e Apexit, nos períodos de 24 e 48 horas, 7 e 30 dias depois da espatulação. Após esta, os cimentos foram inseridos em tubos com 1 cm de comprimento e 4 mm de diâmetro e imersos em frascos de vidro contendo 10 mL de água deionizada e, então, armazenados a 37°C. Os espécimes foram retirados dos tubos, nos períodos estabelecidos, e a água em que estavam imersos foi submetida à avaliação do pH e liberação de íons cálcio, por meio de um peagômetro e um espectrofotômetro de absorção atômica, respectivamente. Os resultados mostraram que, em 24 h, 7 e 30 dias, após a espatulação, o Sealapex apresentou maior liberação de íons cálcio, com diferença significativa em relação ao Sealer 26 e Apexit no período de 30 dias. Em relação ao pH, o Sealapex mostrou maior valor em 48 h, 7 e 30 dias, com diferenças significantes em todos os períodos experimentais, quando comparado ao Apexit e ao Sealer 26, em 30 dias. Os resultados desse estudo mostraram que o Sealapex apresentou pH e liberação de íons cálcio satisfatórios, nas condições experimentais realizadas.

Nunes e Rocha, em 2004, avaliaram a difusão de íons cálcio e hidroxila de materiais obturadores, com hidróxido de cálcio, através de raízes intactas de dentes decíduos. Foram utilizados 46 dentes decíduos sendo, 23 anteriores e 23 posteriores. Todos os dentes tiveram os canais instrumentados no comprimento de trabalho até a lima # 40, sendo irrigados, durante o preparo, com solução de hipoclorito de sódio a 1%, e secos com cones de papel absorvente. Os dentes foram separados em 4 grupos de 10 elementos cada, conforme o material obturador, e um grupo controle com 6 dentes com os canais vazios. Os materiais utilizados como obturadores foram: pasta de Ca(OH)_2 com propilenoglicol, espessada (CaPE), na proporção de 0,4 g de pó para 0,2 mL de líquido; pasta UFSC; mistura de 0,3 g de óxido de zinco com 0,3 g de Ca(OH)_2 e 0,2mL de azeite de oliva; Vitapex e Sealapex. Após a obturação, todos os dentes tiveram os terços apicais selados com Araldite e os acessos coronários selados com cimento de ionômero de vidro, permanecendo em frascos individuais com 36 mL de solução fisiológica, em estufa a 37°C. A análise do pH e da difusão de íons cálcio foi realizada por meio de um peagômetro calibrado e um espectrofotômetro de absorção atômica, respectivamente, em 48 h, 7, 30, 45 e 60 dias. Conforme o teste estatístico ANOVA, em relação ao pH, o grupo da pasta CaPE apresentou maiores valores, estatisticamente significantes, em relação aos outros grupos ($p < 0,0001$), com maior difusão de íons hidroxila em 60 dias ($p < 0,0309$). Em relação à liberação de íons cálcio, a pasta CaPE, também, foi a que mostrou melhores resultados, seguida pela pasta UFSC. Os autores concluíram que a

pasta CaPE foi o material obturador que mais difundiu íons cálcio e hidroxila sendo, o que, radiograficamente, apresentou maior solubilização, apresentando solubilização parcial em 30 dias e total em 60 dias.

Duarte, Demarchi e Moraes (2004) compararam *in vitro* o pH e a liberação de íons cálcio do cimento AH Plus puro e modificado contendo 5 e 10% de hidróxido de cálcio. Para cada material, foram utilizados 10 tubos com 1 cm de comprimento e 1.5 mm de diâmetro. Os materiais foram espatulados e inseridos nos tubos e, imediatamente imersos em frascos contendo 20 mL de água deionizada, antes da presa dos materiais. Os frascos foram selados e armazenados a 37°C. Após os períodos de 24 e 48 horas, 7, 14 e 30 dias, foram removidos dos frascos 4 mL da solução para a determinação do pH e liberação de íons cálcio, por meio de um peagômetro e um espectrofotômetro de absorção atômica, respectivamente. A adição de 5 e 10% de hidróxido de cálcio no cimento AH Plus favoreceu um pH mais alcalino e uma maior liberação de íons cálcio, quando comparado ao AH Plus puro. A adição de 10% de hidróxido de cálcio ao AH Plus, embora tenha proporcionado maior liberação de íons cálcio e pH mais alcalino, apresentou-se como um material espesso e com pobre escoamento. Assim, a adição de 5% de hidróxido de cálcio proporcionou uma menor viscosidade, bem como um pH mais alcalino que o cimento puro e uma maior liberação de íons cálcio.

Eldeniz et al. (2007) avaliaram *in vitro* o pH e a liberação de íons cálcio dos cimentos Sealapex, Apexit e Acroseal. Os materiais foram manipulados de acordo com as recomendações dos fabricantes e inseridos em tubos de PVC de 1 cm de comprimento e 4 mm de diâmetro interno (15 espécimes por cimento). Os espécimes foram armazenados em frascos com 10 mL de água bi-destilada (pH 7) antes do cimento tomar presa. O grupo controle foi composto por tubos vazios armazenados nos frascos com água bi-destilada (n=12). Após a imersão dos tubos, os frascos foram selados e mantidos a 37°C por todo o período experimental. Os valores do pH e da liberação de íons cálcio foram determinados em 24 h, 96 h, 7, 15 e 28 dias depois da manipulação. Após a leitura de cada período, os espécimes eram colocados em novos frascos com água bi-destilada para nova medição. A leitura do pH foi realizada por meio de um peagômetro e a liberação de íons cálcio por meio de um espectrofotômetro. De acordo com os resultados, o Sealapex foi o cimento que apresentou maior valor de pH e liberação significativamente maior de íons cálcio, em relação ao Apexit e Acroseal em todos os períodos. Aos 15 dias, o Apexit mostrou maior liberação de cálcio do que o Acroseal, entretanto, não houve diferenças significantes no pH entre esses dois cimentos.

Tanomaru-Filho et al. (2011) avaliaram o pH e a liberação de íons cálcio dos cimentos Epiphany, Epiphany associado a 10% de hidróxido de cálcio (HC), Epiphany associado a 20% de hidróxido de cálcio (HC), Sealer 26, MTA branco e Endo Fill. Para a avaliação do pH e liberação de íons cálcio, dez espécimes foram preparados para cada material. Sessenta tubos de polietileno com 1 cm de comprimento e 1.5 mm de diâmetro foram preenchidos com os cimentos. Imediatamente após o preenchimento, os tubos foram imersos em frascos com 10 mL de água destilada com pH neutro e armazenados a 37°C. A avaliação do pH e liberação de íons cálcio foi realizada após 2, 6, 12, 24 e 48 horas, 7, 14 e 28 dias, por meio de um peagômetro e de um espectrofotômetro de absorção atômica, respectivamente. Em relação ao pH os cimentos Sealer 26, MTA branco, Epiphany + 10% HC e o Epiphany + 20% HC apresentaram o maior valor de pH até o período de 14 dias. Em 28 dias, todos os materiais apresentaram resultados similares, exceto para o cimento Endo Fill que apresentou baixo valor de pH. O cimento Sealer 26 apresentou o maior valor de pH nos períodos iniciais (3 e 6 horas). Nos períodos de 12 horas e 14 dias, Epiphany com 10 e 20% de HC propiciou a maior liberação de íons cálcio. Após 28 dias, o MTA branco e o Sealer 26 mostraram a maior liberação de cálcio. Em todos os períodos experimentais, o Endo Fill teve os menores valores de liberação de cálcio. Os autores concluíram que o Epiphany associado ao HC pode ser uma alternativa como material retroobturador.

Bae et al., em 2011, compararam o pH e a liberação de íons cálcio de três cimentos à base de fosfato de cálcio, Capseal I, Capseal II com os cimentos Sealapex e SARS III (Sankin Apatite Root Sealer III). Após a manipulação dos materiais, tubos de PVC com 10 mm de comprimento e 3,175 mm de diâmetro interno foram preenchidos com os materiais e armazenados em frascos contendo 10 mL de água deionizada. Para cada material foram preparados 10 espécimes. Tubos de PVC vazios foram usados como controle. Os frascos foram mantidos em 37°C durante todo o experimento. Para a avaliação do pH e liberação de íons cálcio, foram utilizados peagômetro e espectrofotômetro de emissão atômica, respectivamente, e as análises foram realizadas em 24 e 96 horas, 7, 15 e 28 dias após a imersão inicial. Em todos os períodos experimentais, Capseal I e II mostraram significativamente maior pH e liberação de íons cálcio em relação aos Sealapex e SARS III. Quanto à liberação de íons cálcio, os cimentos Capseal I e II apresentaram valores equivalentes ao do Sealapex nos períodos de 96 horas, 7 e 15 dias. Os autores concluíram que os cimentos Capseal I e II proporcionaram maior alcalinidade e maior liberação de íons cálcio do que o Sealapex e o cimento SARS III.

Massi et al. (2011) avaliaram o tempo de presa, pH e a liberação de íons cálcio de um cimento experimental com MTA (MTAS) comparando-o a um cimento Portland branco (CPB), MTA Angelus branco e AH Plus. O MTAS é composto por Cimento Portland Branco, óxido de zircônio, como agente radiopacificador, cloreto de cálcio e um veículo resinoso. A avaliação do tempo de presa foi realizada seguindo as especificações nº57 da ADA. Para a avaliação do pH e liberação de íons cálcio, para cada material, foram preenchidos dez tubos de polietileno (1.5 mm de diâmetro) com o cimento recém-manipulado e armazenados em frascos de vidro contendo 10 mL de água destilada a 37°C. Após 3 horas de imersão, os tubos foram removidos e armazenados em novos frascos com quantidade igual de água destilada. Esse procedimento foi repetido após 6, 12, 24 e 48 horas e 7, 14 e 21 dias. O pH das soluções foi analisado em cada período utilizando um peagômetro digital previamente calibrado. As mesmas soluções usadas para a avaliação do pH foram usadas para a avaliação da liberação de íons cálcio por meio de um espectrofotômetro de absorção atômica. Exceto no período de 14 dias, o MTAS mostrou maior liberação de íons cálcio quando comparado ao MTA e cimento Portland (CP). O pH do MTAS foi maior até o período de 48 horas e foi, estatisticamente, similar ao MTA e CP nos períodos tardios. Em relação ao tempo de presa, o MTAS apresentou tempo de presa superior aos demais cimentos (675.00-1118.00 minutos). Ambos os materiais apresentaram tempo de presa favorável para um adequado tempo de trabalho. Os autores concluíram que o MTAS apresentou propriedades favoráveis, podendo ser indicado como cimento obturador de canal radicular.

Candeiro et al., em 2012, avaliaram a radiopacidade, pH, liberação de íons cálcio e escoamento do cimento biocerâmico Endosequence BC comparando-o ao cimento AH Plus. Após a manipulação, com o auxílio de uma espiral de Lentulo, os cimentos foram colocados em tubos de polietileno com 1.0 mm de diâmetro interno e 10 mm de comprimento com uma única extremidade aberta. Oito espécimes foram usados para cada material. Após terem sido preenchidos e pesados, cada espécime foi imediatamente imerso em frascos de vidro contendo 10 mL de água deionizada que foram armazenados a 37°C. O pH e a liberação de íons cálcio foram avaliados, respectivamente, por meio de um peagômetro e um espectrofotômetro de absorção atômica, respectivamente, nos períodos de 3, 24, 72, 168 e 240 horas. O cimento Endosequence BC apresentou pH alcalino em todos os períodos experimentais, com valor máximo em 168 horas. O cimento AH Plus apresentou valores menores de pH e mostrou-se levemente neutro. Em relação à liberação de íons cálcio, o cimento Endosequence BC

apresentou liberação significativamente maior do que o AH Plus. Após o período de 168 horas, ambos os cimentos apresentaram maior liberação de íons cálcio.

Silva et al. (2013) avaliaram a citotoxicidade, radiopacidade, pH e escoamento dos cimentos MTA Fillapex e AH Plus. Os valores do pH foram mensurados nos períodos de 3, 24, 72 e 168 horas. Após a manipulação, por meio de uma espiral de Lentulo, os cimentos foram inseridos em tubos de polietileno com 1.0 mm de diâmetro interno e 10 mm de comprimento. Oito espécimes foram usados para cada material. Depois de preenchido e pesado, cada espécime foi imediatamente imerso em tubo de vidro contendo 10 mL de água deionizada e armazenado a 37°C. O pH foi mensurado por meio de um peagômetro. O cimento MTA Fillapex apresentou pH alcalino em todos os períodos experimentais, com o valor máximo no período de 3 horas. Já, o AH Plus exibiu pH ligeiramente neutro.

Vitti et al. (2013) avaliaram, dentre outras propriedades a liberação de cálcio e pH de 3 cimentos experimentais à base de MTA e 2 formas de fosfato de cálcio. O MTA Fillapex foi utilizado como controle. Para a avaliação do pH e liberação de íons cálcio, os cimentos foram compactados em excesso em moldes (n=10) de PVC (8 mm de diâmetro interno e 1,6 mm de espessura) e imersos em 10 mL de água deionizada e armazenados a 37°C. Após 3 e 24 horas e 4, 7, 14, 28 dias, foram realizadas as leituras por meio de um agitador magnético utilizando um medidor de laboratório ligado a uma sonda de cálcio e uma sonda de pH com compensação de temperatura/eletrodo. Todos os cimentos mostraram atividade alcalinizante e liberação de íons cálcio.

Faria-Júnior et al., 2013, avaliaram a atividade antibiofilme de *Enterococcus faecalis*, solubilidade e pH dos cimentos AH Plus, Sealapex, MTA Fillapex (MTA-F), Sealer 26, Epiphany SE, Activ GP, e um cimento à base de MTA experimental (MTA-S). Para esta avaliação, discos com 7 mm de diâmetro foram fabricados a partir de cada cimento endodôntico e armazenados a 37°C. A amostra foi composta de 5 discos de cada material para cada período pós-manipulação. Após cada período, os discos foram colocados em frascos plásticos e imersos em 10 mL de água deionizada. Os frascos foram fechados e armazenados a 37°C. O pH resultante foi medido em 5 h, 10 h e 15 h, após a imersão dos discos, utilizando-se de um peagômetro. Como conclusão do estudo, o Sealapex e o MTA-F foram associados com uma diminuição do número de bactérias nos biofilmes e maior solubilidade. A elevada solubilidade e os altos valores de pH podem estar relacionados com a atividade antibacteriana desses materiais.

Viapiana et al. (2014) avaliaram a bioatividade de cimentos à base de cimento Portland e à base de resina epóxica com nano e micro-partículas (óxido de nióbio e óxido de zircônio), usados como radiopacificadores, em comparação aos cimentos AH Plus e MTA Fillapex. Para avaliar a radiopacidade, espécimes dos cimentos com 10 mm de diâmetro por 1 mm de espessura foram preparados e avaliados, de acordo com as especificações da norma ISO 6876. A caracterização dos cimentos foi realizada sob microscópio eletrônico de varredura (MEV) imediatamente após a presa e após a imersão por 28 dias em solução balanceada de Hank's. Foram utilizados, também, raios X de energia dispersiva (EDS-X), difração de raios-X (XRD) e transformador infravermelho de Fourier (FT-IR). Para a avaliação do pH e liberação de íons cálcio, tubos de polietileno de 10 mm de comprimento e 1 mm de diâmetro interno foram preenchidos com os cimentos logo após a manipulação, imersos em 10 mL de água destilada e armazenados a 37°C. A água destilada serviu como controle negativo. Os valores de pH e a liberação de íons cálcio foram mensurados após 1, 7, 14, 21 e 28 dias, por meio de um peagômetro digital e um espectrofotômetro de absorção atômica, respectivamente. Os resultados demonstraram que o cimento AH Plus não mostrou bioatividade. Os cimentos experimentais exibiram algum grau de bioatividade, embora nenhuma evidência de hidratação do cimento tenha sido observada na caracterização do material. Mesmo não tendo exibido a formação de um produto hidratado, estimularam a deposição de estruturas esféricas cristalinas de fosfato de cálcio. Os maiores valores de pH e liberação de cálcio foram observados com os cimentos experimentais. O AH Plus exibiu pH em torno de 8.0 que manteve-se constante ao longo dos períodos. O pH do MTA Fillapex aumentou de forma constante até atingir o valor 10.0 aos 28 dias. O AH Plus e o MTA Fillapex exibiram baixa liberação de cálcio. O tamanho das partículas das substâncias radiopacificadoras teve efeito limitado sobre a microestrutura e propriedades químicas dos cimentos.

Kuga et al. (2014) avaliaram o escoamento, pH e liberação de íons cálcio do MTA Fillapex (MTAF) ou contendo 5% (MTAF5) ou 10% (MTAF10) de hidróxido de cálcio (HC), em peso, em comparação com o cimento AH Plus. Para a análise do pH e liberação de íons cálcio, imediatamente após a manipulação dos materiais, quarenta tubos de polietileno com 10 cm de comprimento e 1,5 mm de diâmetro interno, foram preenchidos com os cimentos (n = 10) e pesados para verificar a padronização da quantidade de cimento em cada tubo ($\pm 0,002$ g). Em seguida, foram imersos em tubos plásticos com 10 mL de água deionizada e armazenados a 37°C. Após 24 horas, 7 e 14 dias a água, em que cada espécime foi imerso, foi

avaliada para determinar as mudanças nos valores de pH e íons cálcio. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste ANOVA ($p=5\%$). Em relação aos valores de pH, no período de 24 h: MTAF5 = MTAF10 = MTAF > AH Plus; nos de 7 e 14 dias: MTAF5 = MTAF10 > MTAF > AH Plus. Para a liberação de íons cálcio, para todos os períodos: MTAF > MTAF5 = MTAF10 > AH Plus. Os autores concluíram que a adição de 5% de HC (em peso) ao MTA Fillapex é uma alternativa para reduzir o elevado escoamento apresentado pelo cimento, sem interferir no seu potencial de alcalinização.

2.3 Qualidade da obturação por meio de estereomicroscopia

Wu, Ozok e Wesselink (2000) observaram a distribuição dos cimentos em canais obturados com diferentes técnicas de obturação. Para o estudo, foi associado pó de carbon negro ao cimento AH26. Quinze canais radiculares preparados de incisivos centrais superiores foram preenchidos com AH26/carbono negro por meio de uma espiral de Lentulo. Os canais radiculares foram obturados usando-se três diferentes técnicas de obturação (cone único, condensação lateral e condensação vertical). Em seguida, os dentes foram seccionados nos terços apical e médio. Foram digitalizadas as imagens das seções transversais e a porcentagem do perímetro do canal preenchido por cimento (PSCP) foi mensurada utilizando um sistema de imagens digitais. A 3 mm do ápice, a PSCP, após condensação lateral, foi semelhante à condensação vertical ($p>0,05$). Aos 6 mm a partir do ápice, a PSCP, foi significativamente mais elevada após a condensação lateral do que após a condensação vertical ($p<0,05$). Em ambos os níveis a PSCP foi significativamente maior após a técnica do cone único (sem condensação) do que após as outras duas técnicas de condensação ($p<0,0001$). Os autores concluíram que, quando a condensação vertical de guta-percha quente é aplicada, o cimento deve ser inserido no interior do canal antes do preenchimento dos terços médio e coronário do mesmo.

Hembrough, Steiman e Belanger, em 2002, avaliaram a eficiência e a qualidade da obturação de canais preparados com Profile .06 e obturados pela técnica da condensação lateral utilizando 3 diferentes tipos de cones principais. Para o estudo, 45 dentes unirradiculados com canal único tiveram os canais instrumentados com o sistema Profile até instrumentos de taper .06. Em seguida, os canais foram obturados com a técnica da condensação lateral com cimento AH26 com três diferentes tipos de cones principais, grupo

A: cone principal de taper .02; grupo B: cone Dia-ISOGT.06; grupo C: cone de tamanho médio seccionado, utilizando-se de uma régua calibradora para obtenção de um cone com taper semelhante ao último instrumento utilizado. A eficiência da obturação, em cada grupo, foi avaliada pelo registro do número de cones acessórios utilizados. Para avaliar a qualidade da obturação nos três grupos, as raízes foram seccionadas em 3 níveis (cervical, médio e apical) buscando analisar a capacidade de preenchimento da guta-percha. Os espécimes foram analisados em microscópio com 24x de magnificação utilizando o sistema CDR Schick. Os resultados mostraram que a obturação foi significativamente mais eficiente nos grupos B e C do que no grupo A. O grupo A necessitou de uma maior quantidade de cones acessórios quando comparado aos grupos B e C. Em relação à qualidade da obturação não houve diferenças significantes entre os grupos.

Gordon, Love e Chandler, em 2005, analisaram a área preenchida com guta-percha e cimento, bem como os espaços vazios em canais radiculares curvos. Para o estudo, foram utilizados canais simulados em blocos de acrílico com 30 graus de curvatura e raio de 10.5 mm ou 58 graus de curvatura e 4.7 mm de raio e canais mesiovestibulares curvos de primeiros molares superiores humanos extraídos. Os canais foram instrumentados com o instrumento Profile .06 sendo que a porção apical foi preparada com instrumento de tamanho 35 a 0.5mm do forame apical. Tanto os canais simulados (n= 10), como os canais mesiovestibulares (n= 10) foram obturados pela técnica da condensação lateral, com cone de taper .02 e cimento AH26, mensurando-se o tempo gasto para a obturação. Os canais restantes foram obturados com a técnica do cone único com cone de taper .06 e cimento AH26. Após a obturação, as raízes foram seccionadas a 0.5, 1.5, 2.5, 4.5, 7.5 e 11.5 mm do forame apical. As secções foram fotografadas em estereomicroscópio com 40x de magnificação e analisadas em Adobe Photoshop. A porcentagem de guta-percha, cimento e espaços vazios foi calculada e os dados foram analisados pelo testes T Student e Mann-Whitney. De acordo com os resultados, todos os níveis dos canais simulados com curvatura de 30 graus, apresentaram de 94 a 100% da área obturada com guta-percha sem diferenças significantes entre as técnicas de condensação lateral e cone único. Nos canais com 58 graus de curvatura, todos os níveis analisados apresentaram de 92 a 99% da área obturada com guta-percha. A técnica do cone único apresentou significativamente mais guta-percha a 2.5 mm do forame apical. Nos canais mesiovestibulares, todos os níveis apresentaram de 72 a 96% da área obturada com guta-percha, sem diferenças significantes entre as técnicas do cone único e condensação lateral. Em relação ao tempo de obturação, o tempo dispendido para a realização da técnica do cone único

foi significativamente menor do que para a técnica da condensação lateral para todos os grupos. Os autores concluíram que a técnica do cone único com taper .06 foi comparável à técnica da condensação lateral em canais preparados com taper .06, considerando a quantidade de guta-percha para todos os grupos.

De-Deus et al. (2006) determinaram a porcentagem de área preenchida por guta-percha (PGFA) no terço apical de canais radiculares, quando obturados com diversas técnicas. Para o estudo, sessenta incisivos superiores centrais humanos, extraídos, tiveram os canais instrumentados e, a seguir, obturados da seguinte forma, G1: condensação lateral (n=20), G2: System B (n=20) e G3: sistema Thermafil (n= 20). Secções transversais foram realizadas a 2 e 4 mm do forame apical de cada dente. Os espécimes foram preparados para análise microscópica e fotomicrografias de cada superfície apical foram efetuadas com uma ampliação de 50x. Foram encontradas diferenças significantes na PGFA entre o Sistema Thermafil (G3) e ambos; System B (G2) e Condensação lateral (G1) ($p<0,01$). A maior PGFA ocorreu no grupo Thermafil. Não foi encontrada diferença estatística significativa entre o System B e Condensação lateral ($p>0,05$). O sistema Thermafil produziu PGFAs significativamente mais elevadas do que a condensação lateral e a técnica do System B.

De-Deus et al. (2008) compararam a porcentagem de área preenchida por guta-percha (PGFA) em canais ovais após a obturação com 3 técnicas termoplastificadoras. Para o estudo, oitenta e sete canais radiculares ovais foram preparados utilizando o sistema rotatório K3, tendo como preparo final taper 0.06 e diâmetro 0.35 no ápice. Em seguida, os canais foram obturados com as seguintes técnicas: condensação lateral (n=20), compactação termomecânica (n=20), onda contínua (n=20) e sistema Thermafil (n=20). Uma secção transversal de cada dente foi realizada a 5mm do ápice, e os espécimes foram preparados (metalografia) para análise microscópica para mensuração nas imagens digitais, da área do canal e guta-percha e, cálculo da PGFA. Foi realizada análise estatística utilizando-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis H e post hoc de Dunn. No geral, PGFAs foram variáveis entre os grupos experimentais, variando entre 37,1% a 98,5%, e os dados obtidos, a partir de todas as técnicas, apresentaram uma média geral de $69,6\% \pm 18\%$. O sistema Thermafil, onda contínua de condensação e compactação termomecânica produziram PGFAs significativamente mais elevadas do que a condensação lateral ($p<0,05$); no entanto, não foram detectadas diferenças significativas entre estas técnicas ($p>0,05$). Concluíram que uma capacidade limitada para preencher canais ovais foi verificada nas três técnicas termoplastificadoras testadas.

Tasdemir et al. (2009) determinaram a porcentagem de área obturada com gutapercha no terço apical de canais radiculares obturados com duas diferentes técnicas. Trinta pré-molares inferiores humanos extraídos tiveram os canais instrumentados com o sistema Protaper e, em seguida divididos aleatoriamente em 2 grupos com 15 dentes cada. No primeiro grupo os canais foram obturados pela técnica do cone único com o cone F3. No segundo grupo foram obturados pela técnica da condensação lateral utilizando o cone principal número 30 e conicidade .02. Em seguida, as raízes foram seccionadas em 2 e 4 mm do forame apical e fotomicrografias com 40x de magnificação foram obtidas de cada secção. A partir das imagens digitais, foram mensuradas a área total do canal e a área ocupada por gutapercha e, com base nesses valores, foi calculada a área obturada com gutapercha. Os dados foram comparados pelo teste *t*. De acordo com os resultados, a técnica do cone único produziu significativamente maior porcentagem de área obturada com gutapercha a 2 mm do ápice, mas a 4 mm não foram detectadas diferenças significantes entre as técnicas. Os autores concluíram que a técnica do cone único promoveu melhor obturação do que a condensação lateral, a 2 mm do ápice.

Marciano et al. (2010) determinaram a porcentagem de espaços vazios, gutapercha e cimento após a obturação com 4 diferentes técnicas. Cinquenta e dois incisivos laterais superiores humanos extraídos tiveram os canais instrumentados com a técnica coroa-ápice sem pressão. Os dentes foram randomicamente divididos em 4 grupos (n=13), conforme a técnica obturadora: condensação lateral (CL), técnica híbrida de Tagger (TH), MicroSeal (MS) e GuttaFlow (GF). Foram realizadas secções horizontais a 2, 10 e 15 mm do ápice. Imagens digitais das secções foram obtidas por meio de estereomicroscópio e, então, analisadas no programa Image Tool 3.0. A análise estatística foi feita utilizando o teste de Kruskal-Wallis ($p=0,05$). No geral, foi observado um significativo decréscimo da área de gutapercha e um aumento da área de cimento para todas as técnicas analisadas ($p<0,05$), nas secções mais apicais. Com relação à presença de espaços vazios, não houve diferença estatística entre as técnicas ($p>0,05$). As técnicas MS e TH apresentaram área de gutapercha maior que as técnicas CL e GF nos terços médio e cervical ($p<0,05$). Após a análise dos resultados foi possível concluir que a área de gutapercha, nas obturações, diminui em sentido apical, independente da técnica utilizada.

Wu et al. (2011) avaliaram o percentual da área preenchida por gutapercha (PGFA) com o intuito de investigar a capacidade seladora do cimento GuttaFlow. Um total de 80 primeiros pré-molares inferiores, com canal único, foram divididos aleatoriamente em 4

grupos (n = 20), de acordo com a técnica de obturação e/ou material, G1: condensação lateral; G2: onda contínua de condensação; G3: GuttaFlow; G4: GuttaFlow e cones acessórios sem condensação lateral. Após a obturação, os dentes foram armazenados em 100% de umidade a 37°C, durante 7 dias. Em seguida, os dentes foram seccionados transversalmente a 2, 4 e 6 mm do ápice com um disco diamantado de baixa velocidade (ISOMET ILL, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) sob abundante refrigeração. Todas as secções foram observadas sob microscópio estereoscópico (Carl Zeiss, Alemanha) com 42x de ampliação. As imagens capturadas foram examinadas na tela do computador utilizando o software Image-Pro Plus 5.0. A área da secção transversal do canal e a área preenchida por guta-percha foram medidas. Após 2 semanas, as medidas foram tomadas novamente. Usando o valor médio das duas medições, a porcentagem de PGFA foi calculada para todos os grupos em cada nível de corte. Para a análise estatística os dados foram calculados utilizando-se testes não paramétricos de Wilcoxon e Friedman's ($p < 0.05$). Os valores de PGFA dos grupos 3 e 4 foram significativamente maiores do que os dos grupos 1 e 2 ($p < 0,05$), mas não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos 3 e 4 ($p > 0,05$). Concluiu-se que, a técnica do GuttaFlow proporcionou capacidade de selamento superior, de tal forma que, cones acessórios de guta-percha tornaram-se desnecessários no preenchimento dos canais radiculares com GuttaFlow.

Marciano et al., em 2011, compararam a porcentagem de guta-percha, cimento e espaços vazios e, a influência de istmos na obturação em canais mesiais de molares inferiores obturados com diferentes técnicas. Canais mesiais de 60 primeiros molares inferiores foram preparados com o instrumento F2 (25.08) do sistema Protaper e obturados com 4 diferentes técnicas: cone único, condensação lateral, System B e Thermafill. Para todas as técnicas de obturação foi utilizado o cimento Thermaseal Plus, associado com o corante rodamina B, para posterior análise dos espécimes em microscópio confocal. Em seguida, as raízes foram seccionadas a 2, 4 e 6 mm do ápice e analisadas utilizando o programa Image Tool 3.0. Os dados foram submetidos aos testes de Kruskal Wallis e Dunn. De acordo com os resultados, a 2 mm, a porcentagem de guta-percha, cimento e espaços vazios foram similares entre as técnicas cone único, condensação lateral e System B. A 2 e 4 mm, a técnica do cone único mostrou, significativamente, menor porcentagem de guta-percha, maior porcentagem de cimento e espaços vazios, em comparação com a técnica do Thermafill. Na análise de todas as secções (2, 4 e 6 mm) houve maior porcentagem de guta-percha e menor porcentagem de cimento e espaços vazios nos canais obturados com as técnicas do Thermafill e System B. O

teste de Fisher revelou que a presença de istmo aumentou a ocorrência de espaços vazios na condensação lateral. Os autores concluíram que a porcentagem de área obturada com gutapercha e cimento e a presença de espaços vazios foram dependentes da técnica utilizada. Ainda, enfatizaram que a presença de istmo pode influenciar a qualidade da obturação.

Schafer, Nelius e Burklein, em 2012, compararam a porcentagem de áreas obturadas com gutapercha e as de espaços vazios, em canais curvos, utilizando diferentes técnicas de obturação. O tempo de realização da obturação e a incidência de extrusão do material obturador também foram comparados. Para o estudo foram utilizados 48 dentes humanos extraídos com curvaturas de 25–35°. Os canais foram instrumentados com o sistema Mtwo e o número de dentes divididos em grupos, de acordo com as técnicas obturadoras. Grupo A: cone único com cone 0.04/35; Grupo B: condensação lateral com cone 0.04/35; Grupo C: condensação vertical; Grupo D: condensação lateral com cone de gutapercha padronizado. O cimento AH Plus foi o cimento de escolha para todos os grupos. Após a obturação, as raízes foram seccionadas a 2, 3, 4, 6 e 8 mm do ápice. A área total de cada segmento do canal foi mensurada e as áreas de gutapercha, cimento e espaços vazios foram convertidas para porcentagens de área total. De acordo com os resultados, o tempo de obturação do grupo A foi significativamente menor, enquanto que, o grupo C requereu significativamente mais tempo do que os demais. Não houve diferenças significantes entre os grupos, em termos de porcentagem de espaços vazios, em todos os níveis. Os grupos B, C e D produziram, significativamente, maior área obturada com gutapercha e menor com cimento do que o grupo A, considerando todos os níveis. Não houve diferenças significantes entre os grupos B, C e D em relação às áreas obturadas com gutapercha e cimento. Os autores concluíram que a condensação lateral é o método mais rápido e eficiente para a obturação de canais curvos.

Schafer, Koster e Burklein, em 2013, avaliaram a porcentagem de áreas obturadas com gutapercha (PAG), de áreas obturadas com cimento (PAC) e a de espaços vazios (EV), em canais instrumentados com sistemas de NiTi e obturados com o cone único correspondente. Sessenta incisivos inferiores extraídos, com canais radiculares retos, foram divididos em 6 grupos, conforme os sistemas utilizados no preparo dos canais: (A) FlexMaster, (B) Mtwo, (C) ProTaper, (D) Reciproc, (E) WaveOne, e (F) controle. Nos grupos A a E a obturação foi realizada utilizando-se cones de gutapercha com taper correspondente ao último instrumento utilizado. No grupo controle, foi realizada instrumentação manual e obturação pela técnica da condensação lateral com cones de gutapercha padronizados. Em seguida, os dentes foram seccionados em 2, 4, 6 e 8 mm do ápice. A área total de cada seção do canal foi mensurada, e

as áreas foram convertidas para PAG, PAC e EV. De acordo com os resultados, em 2 mm o grupo B (Mtwo) produziu significativamente maior PAG do que os outros grupos. Em 4 mm, os grupos A e B produziram significativamente maior PAG do que os outros grupos, enquanto que o grupo F (controle) produziu significativamente maior PAG e menor PAC do que os grupos C, D e E. Em 6 mm, o grupo F produziu significativamente maior PAG e menor PAC do que os outros grupos, enquanto que os grupos A e B produziram significativamente maior PAG e menor PAC do que os grupos C, D e E. Em 8 mm, o grupo F produziu significativamente maior PAG e menor PAC do que os outros grupos. Os autores concluíram que as técnicas de condensação lateral e cone único com a utilização de cones de gutapercha com taper constante (Mtwo e FlexMaster) produziram significativamente maior PAG nos níveis apicais, quando comparados aos grupos que utilizaram cone de gutapercha com taper variável (ProTaper, Reciproc, WaveOne).

Rossetto et al. (2014) avaliaram, por meio de estereomicroscopia e microscopia confocal, a influência de diferentes técnicas de condensação lateral em relação à qualidade da obturação, bem como o tempo gasto para realizar as obturações. Trinta canais radiculares de dentes humanos unirradiculados extraídos foram instrumentados com o sistema ProTaper, finalizando-se com o instrumento F5. Em seguida, os canais foram obturados com gutapercha e cimento AH Plus por meio da técnica de condensação lateral. Os espécimes foram divididos em 3 grupos (n=10), de acordo com o método de condensação lateral utilizado, sendo: manual, mecânico e ultrassônico. O cimento foi manipulado com rodamina B na proporção de 0.1% de peso, para permitir a análise com microscopia confocal. O tempo gasto para realizar cada procedimento de obturação foi registrado. Os espécimes foram armazenados a 37°C durante 48 horas para, em seguida, serem seccionados a 2, 4 e 6 mm a partir do ápice radicular. A porcentagem da área de gutapercha, cimento e vazios foi avaliada por meio de estereomicroscópio. Já a penetração de cimento foi avaliada por meio de microscópio confocal. O método mecânico permitiu que a condensação lateral fosse realizada em menor tempo em comparação com o método manual ($p < 0.05$). Não foi encontrada diferença ($p > 0.05$) em relação ao perímetro de penetração de cimento nos túbulos dentinários entre todos os grupos avaliados. O método mecânico apresentou maior ($p < 0.05$) porcentagem de gutapercha e menor de cimento no nível de 4 mm, quando comparado com o método manual. O grupo do ultrassom apresentou resultados intermediários. Áreas de vazios encontradas foram similares ($p > 0.05$) entre os grupos. Os autores concluíram que o método mecânico foi mais rápido para a técnica de condensação lateral, mas todos os métodos de

obturações estudadas apresentaram espaços vazios na massa obturadora.

Samadi et al. (2014) avaliaram o percentual da área obturada com guta-percha (PGFA) usando análise microscópica das secções transversais no terço apical de canais radiculares, quando obturados com as técnicas: Thermafil, condensação vertical e condensação lateral sem o uso de cimentos. Sessenta dentes unirradiculados extraídos foram divididos aleatoriamente em três grupos experimentais de 20 espécimes, de acordo com a técnica de obturação, sendo o G1: Thermafil, G2: condensação vertical e G3: condensação lateral. Não foi utilizado cimento em nenhum grupo. Após a obturação, as raízes foram seccionadas transversalmente em 2 e 3 mm do ápice. As secções foram fotografadas e medidas sob estereomicroscópio com aumento de 50 vezes. Usando um sistema de imagem KS 100, realizou-se o cálculo da porcentagem da área preenchida por guta-percha (PGFA). De acordo com os resultados, observou-se diferença máxima entre os grupos 1 e 3 ($3,558 \pm 0,138$), enquanto foi observada diferença mínima entre os grupos 1 e 2 ($1,223 \pm 0,137$). Todas as diferenças entre os grupos foram estatisticamente significantes. Os autores encontraram que a técnica Thermafil produziu significativamente maior porcentagem de PGFA e menor quantidade de gaps e espaços vazios do que as outras técnicas. No entanto, nenhuma das técnicas estudadas proporcionou obturações livres de gaps e espaços vazios.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo teve como objetivos:

1. Avaliar e mensurar, em diversos períodos (1 hora, 1, 3, 7, 30, 180 e 365 dias), o pH e a liberação de íons cálcio dos cimentos AH Plus®, Sealapex® e MTA FillApex®, quando utilizados em obturações de canais radiculares.
 2. Avaliar, por meio da estereomicroscopia, a porcentagem de cimento, guta-percha e espaços vazios na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame apical, ao final do período experimental de 365 dias.
 3. Avaliar a influência do diâmetro do forame apical e das técnicas obturadoras (cone único e condensação lateral) sobre os objetivos 1 e 2.
-

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CIMENTOS OBTURADORES

Foram utilizados três cimentos endodônticos: AH Plus® (Dentsply,Suíça), Sealapex® (Kerr/Sybron/EUA) e o MTA FillApex® (Angelus Ind. Prod. Odontológicos, Londrina/PR/Brasil) (Figuras 1A, 1B e 1C).

4.1.1 AH Plus®

O AH Plus® (Dentsply,Suíça) é classificado como cimento à base de resina epóxi-amina destinado para a obturação de canais radiculares e apresenta-se na forma de duas pastas.

Pasta A:

- ✓ Resina Epóxica tipo Bisfenol A
- ✓ Resina Epóxica tipo Bisfenol F
- ✓ Tungstato de cálcio
- ✓ Óxido de zircônio
- ✓ Sílica
- ✓ Pigmentos de óxido de ferro

Pasta B:

- ✓ Dibenzil Diamina
 - ✓ Aminoadamantane
 - ✓ Tricyclodecane-diamina
 - ✓ Tungstato de cálcio
 - ✓ Óxido de zircônio
 - ✓ Sílica
 - ✓ Óleo de silicone
-

4.1.2 Sealapex®

O Sealapex® (Kerr/Sybron, EUA) é classificado como cimento resinoso que contém óxido de cálcio, sendo destinado para a obturação de canais radiculares e apresenta-se, também, na forma de duas pastas.

Pasta Base:

- ✓ Óxido de cálcio
- ✓ Óxido de zinco
- ✓ Composto à base de sulfonamida
- ✓ Sílica

Pasta catalisadora

- ✓ Óxido de bismuto
- ✓ Resina polimetileno metilsalicilato
- ✓ Dióxido de titânio
- ✓ Sílica
- ✓ Salicilato de isobutila
- ✓ Pigmentos

4.1.3 MTA FillApex®

O MTA FillApex® (Angelus Ind. Prod. Odontológicos, Londrina/PR/Brasil) é classificado como cimento resinoso que contém silicato de cálcio destinado para a obturação de canais radiculares sendo, também, apresentado na forma de duas pastas.

- ✓ Resina salicilato
 - ✓ Resina diluente
 - ✓ Resina natural
 - ✓ Óxido de Bismuto
 - ✓ Sílica nanoparticulada
 - ✓ Trióxido Agregado Mineral
 - ✓ Pigmentos
-

Figura 1 – Cimentos endodônticos utilizados: MTA Fillapex (A), AH Plus (B) e Sealapex (C).

4.2 ETAPAS OPERATÓRIAS

4.2.1 Seleção dos dentes

Este projeto foi enviado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, para sua apreciação e aprovado conforme CAAE número 15187013.4.0000.5417.

Foram selecionados, cento e vinte e quatro pré-molares inferiores humanos hígidos ou com restaurações rasas de amálgama ou resina composta. Esses dentes possuíam canal único, sem calcificações, canais laterais ou outras anormalidades como curvaturas e achatamentos severos, condições estas que foram constatadas, durante a seleção, por meio da tomografia microcomputadorizada (SkyScan 1174, Kontich, Bélgica) (Figura 2 e 3). Anteriormente ao procedimento microtomográfico, os tecidos moles e cálculos presentes na superfície radicular foram, cuidadosamente, removidos com auxílio de curetas periodontais de Gracey (S.S White Artigos Dentários LTDA – Juiz de Fora/MG/Brasil).

Os dentes foram mantidos em solução de formol a 10% (Farma – Ticli Indústria Farmacêutica – São Paulo/SP/Brasil) até o momento da utilização.

Figura 2 - Vista frontal do microtomógrafo SkyScan modelo 1174 conectado ao computador.

Figura 3 - Modelo tridimensional de canais radiculares selecionados.

4.2.2 Preparo dos canais radiculares

O acesso à câmara pulpar foi realizado com pontas diamantadas esféricas de número 1014 (KG Sorensen Indústria e Comércio LTDA- Barueri/SP/Brasil) e complementado com pontas diamantadas de ponta inativa 3082 (KG Sorensen Indústria e Comércio LTDA- Barueri/SP/Brasil), em alta rotação, sob refrigeração.

Após o acesso, foi realizada a irrigação do canal radicular de cada espécime com 3 mL de hipoclorito de sódio a 2,5% (Indústria Farmacêutica Rioquímica LTDA – São José do Rio Preto/SP/Brasil) utilizando-se seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., Soth Jordan, UT, EUA) e agulha NaviTip (Ultradent Products Inc., Soth Jordan, UT, EUA). A exploração do canal foi realizada com lima manual do tipo K número 10 de aço inoxidável (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). A seguir realizou-se o preparo cervical com brocas Gates Gliden número 3, montada em micromotor em baixa rotação.

O canal radicular foi novamente irrigado com 3 mL de hipoclorito de sódio a 2,5% e, em seguida, efetuou-se a odontometria, introduzindo-se uma lima do tipo K nº10 (Dentsply Maillefer Instruments – Ballaigues/Suíça) munida de limitador de penetração (Figura 4A) , no interior do canal radicular até que sua extremidade fosse visualizada ao nível do forame apical. O limitador de penetração foi apoiado na cúspide de referência (cúspide vestibular) e o instrumento retirado do canal. A distância entre a extremidade do instrumento e o limitador foi medida, sendo considerada como comprimento real do dente. Após a odontometria os dentes foram divididos em dois grupos (A e B), $n = 60$, de acordo com a padronização do

diâmetro do forame apical (grupo A= 0,25 mm e Grupo B= 0,45mm) (Figura 4B e 4C). Quatro dentes foram reservados para serem utilizados como grupo controle.

Figura 4 - Odontometria com lima do tipo K nº10 munida de limitador de penetração (A). Padronização do forame apical com a lima do tipo K nº 25, grupo A= 0,25 mm (B) e lima nº 45, Grupo B= 0,45mm (C), respectivamente.

Os forames foram padronizados instrumentando-se os canais, inicialmente, no comprimento real até a lima do tipo K nº 25 para o grupo A e até a lima do tipo K nº 45 para o grupo B. Para a confecção do batente apical foi subtraído 1 mm daquele comprimento e os dentes de cada grupo foram divididos em 2 subgrupos = 30 (de acordo com os diâmetros cirúrgicos, as técnicas de instrumentação e as técnicas obturadoras) totalizando 4 subgrupos (A1, A2, B1, B2):

- ✓ Subgrupo A1: canais preparados manualmente até a lima do tipo K nº40 (D0= 0,40mm) (diâmetro cirúrgico: 40) e escalonamento pela técnica telescópica regressiva até a lima nº70 (Figura 5), obturação pela técnica da condensação lateral.
- ✓ Subgrupo A2: canais preparados mecanicamente com o sistema MTwo, utilizando o instrumento introfile para o preparo cervical, e os instrumentos 20.06, 25.06, 30.05, 35.04 e 40.04 para a confecção do batente apical (Figura 6), obturação pela técnica do cone único.
- ✓ Subgrupo B1: a instrumentação foi realizada até a lima do tipo K nº60 (D0= 0,60mm) (diâmetro cirúrgico= 60) e escalonamento pela técnica telescópica

regressiva até a lima n°90 (Figura 7), obturação pela técnica da condensação lateral.

- ✓ Subgrupo B2: os canais foram preparados mecanicamente com o sistema MTwo, utilizando o instrumento introfile para o preparo cervical, e os instrumentos 40.04, 45.04, 50.04, 60.04 para a confecção do batente apical (Figura 8), obturação pela técnica do cone único.

Figura 5 - Subgrupo A1: canais preparados manualmente até a lima do tipo K n°40 e escalonamento pela técnica telescópica regressiva até a lima n°70.

Figura 6- Subgrupo A2: canais preparados mecanicamente com o sistema MTwo (20.06, 25.06, 30.05, 35.04 e 40.04).

Figura 7- Subgrupo B1: canais preparados manualmente até a lima do tipo K nº 60 e escalonamento pela técnica telescópica regressiva até a lima nº 90.

Figura 8 - Subgrupo B2: canais preparados mecanicamente com o sistema MTwo, (40.04, 45.04, 50.04, 60.04).

O grupo controle foi composto por quatro dentes, sendo que dois canais foram instrumentados identicamente aos do subgrupo A1 e os outros dois, aos do subgrupo B1.

Durante toda a instrumentação a patência dos canais dos subgrupos A1 e A2 foi mantida com a lima do tipo K nº25 e a dos subgrupos B1 e B2 com a lima do tipo K nº45. Os

canais foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5% (Indústria Farmacêutica Rioquímica LTDA – São José do Rio Preto/SP/Brasil) a cada troca de instrumento, com auxílio de uma seringa plástica descartável (Ultradent Products Inc., Soth Jordan, UT, EUA) e agulha NaviTip (Ultradent Products Inc., Soth Jordan, UT, EUA). Para impedir que o líquido irrigador fosse expelido via forame, foi obstruído com cera utilidade durante todo o preparo. Finalizada a instrumentação, os canais radiculares foram irrigados com EDTA 17% (Biodinâmica Química e Farmacêutica LTDA – Ibiporã/PR/Brasil) por três minutos, seguido pela irrigação com 5 mL de cloreto de sódio 0,9% para a lavagem final. A secagem dos canais foi realizada por meio de aspiração e com cones de papel absorvente, compatíveis com seus diâmetros.

4.2.3 Obturação dos canais radiculares

Anteriormente à obturação os dentes de cada subgrupo (A1, A2, B1, B2) foram novamente divididos, aleatoriamente, em 3 subgrupos (A1.1, A1.2, A1.3, A2.1, A2.2, A2.3, B1.1, B1.2, B1.3, B2.1, B2.2, B2.3) de 10 elementos cada, em função do cimento obturador utilizado (AH Plus®, MTA FillApex®, Sealapex®). Os dentes do grupo controle não tiveram seus canais obturados. (Tabela 1)

Tabela 1: Distribuição dos dentes, de acordo com os grupos experimentais, considerando os diâmetros dos forames, as técnicas de instrumentação e obturação e os cimentos obturadores.

124 dentes	Grupo A: Diâmetro do forame 0,25mm e batente apical 0,40mm. (n: 60)	Subgrupo A1: Instrumentação manual. Obturação: condensação lateral. (n:30)	A1.1 AH Plus (n:10)
			A1.2 Sealapex (n:10)
			A1.3 MTA FillApex (n:10)
		Subgrupo A2: Instrumentação Mecânica. Obturação: cone único. (n:30)	A2.1 AH Plus (n:10)
			A2.2 Sealapex (n:10)
			A2.3 MTA FillApex (n:10)
	Grupo B: Diâmetro do forame 0,45mm e batente apical 0,60mm. (n: 60)	Subgrupo B1: Instrumentação manual. Obturação: condensação lateral. (n:30)	B1.1 AH Plus (n:10)
			B1.2 Sealapex (n:10)
			B1.3 MTA FillApex (n:10)
		Subgrupo B2: Instrumentação Mecânica. Obturação: cone único. (n:30)	B2.1 AH Plus (n:10)
			B2.2 Sealapex (n:10)
			B2.3 MTA FillApex (n:10)
	Grupo Controle (n: 4)		

4.2.3.1 Seleção do cone principal

Para o subgrupo A1 foram utilizados cones principais estandardizados N°40 (conicidade 0.02) e para o subgrupo A2 cones principais de calibre 40 (conicidade 0.04). Para o subgrupo B1 foram utilizados cones principais estandardizados n° 60 (conicidade 0.02) e para o subgrupo B2 cones principais de calibre 40 (conicidade 0.04) tiveram os diâmetros transformados para o calibre 60, utilizando-se régua calibradora. Em todos os subgrupos, o cone foi considerado adequado quando penetrou em toda extensão instrumentada e apresentou leve resistência à remoção, caracterizando um ligeiro travamento.

4.2.3.2 Preparo do cimento obturador

Os cimentos foram manipulados de acordo com as especificações do fabricante (partes iguais de volume das duas pastas) (figura 9A).

4.2.3.2.1 AH Plus®

De acordo com o fabricante devem-se misturar partes iguais de volume (1:1) da pasta A com a pasta B em uma placa de vidro ou bloco de mistura, utilizando uma espátula metálica n°24. Misturar até que se obtenha uma mistura homogênea.

4.2.3.2.2 Sealapex®

De acordo com o fabricante devem-se misturar partes iguais de volume (1:1) da pasta base com a pasta catalisadora em uma placa de vidro ou bloco de mistura, utilizando uma espátula metálica n°24. Misturar até que se obtenha uma mistura homogênea.

4.2.3.2.3 MTA Fill Apex®

De acordo com o fabricante devem-se misturar partes iguais de volume (1:1) da pasta A com a pasta B em uma placa de vidro, utilizando uma espátula metálica n°24. Misturar até que se obtenha uma mistura homogênea.

4.2.3.3 Técnicas obturadoras

4.2.3.3.1 Condensação Lateral

Após a secagem do canal o cimento foi levado ao interior do canal radicular por meio de uma espiral Lentulo nº3 (figura 9B). O cone selecionado foi envolto por cimento e, então, introduzido no canal com movimento circular e gradativo, até atingir o comprimento de trabalho. Após o assentamento do cone, a condensação lateral ativa foi realizada com o auxílio de uma lima do tipo Kerr número 30 (Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Suíça) (figura 9C), como espaçador, que foi introduzida lateralmente ao cone principal até encontrar resistência. O cone foi forçado de encontro a uma das paredes do canal radicular, criando espaço que, imediatamente à remoção do instrumento, foi preenchido com cone acessório B7 (Tanariman Industrial-Manacaparu/AM/Brasil). Este procedimento foi repetido até o completo preenchimento do canal. Em seguida, o corte da obturação foi realizado com o auxílio de um condensador tipo Paiva previamente aquecido em lamparina a álcool e a compactação vertical foi realizada com um condensador frio.

4.2.3.3.2 Técnica do Cone único

Após a secagem do canal o cimento foi levado ao interior do canal radicular por meio de uma espiral Lentulo nº3 (figura 9B). O cone selecionado foi envolto por cimento e, então, introduzido no canal com movimento circular e gradativo, até atingir o comprimento de trabalho (figura 9D). Em seguida, o excesso de material obturador foi removido da entrada do canal radicular com auxílio de um condensador de Paiva previamente aquecido. Em seguida, com a guta-percha ainda plastificada, foi realizada a condensação vertical com condensador de Paiva a frio, com pressão leve e firme, em direção apical, mantida por 5 segundos.

Figura 9 - Partes iguais de volume da pasta A com a pasta B dos cimentos e espiral Lentulo montada no contra ângulo (A). Espiral Lentulo nº3 levando cimento ao interior do canal (B). Técnica da condensação lateral (subgrupos A1 e B1) (C). Técnica do cone único (subgrupos A2 e B2) (D).

4.2.3.4 Radiografias Finais

Imediatamente após a obturação todos os dentes foram radiografados, tanto no sentido mesiodistal como vestibulolingual, para a verificação da qualidade da obturação. Radiograficamente, não foi constatada a presença de falhas ou de espaços vazios em nenhum dos casos. Ao término da obturação, após o corte, as câmaras pulpares dos dentes foram limpas com mechas de algodão umedecidas em álcool e, então, seladas com IRM - material restaurador intermediário (Dentsply Ind. Com. Ltda. – Petrópolis – RJ).

4.3 ARMAZENAMENTO

Ao término dos procedimentos obturadores os espécimes tiveram os ápices radiculares imersos em 15 mL de água ultrapura (MilliQ), acondicionada em frascos de penicilina transparentes (figura 10). Para tal, em procedimentos anteriores, os frascos tiveram suas tampas de borracha perfuradas em formato circular, onde os espécimes foram encaixados com as coroas voltadas para fora dos frascos, permitindo que apenas as raízes entrassem em contato com a água ultrapura. A união coroa dentária/borracha foi vedada/selada com cola araldite e, então, os frascos foram levados à estufa a 37 °C, onde permaneceram durante todo o período experimental. Para evitar qualquer tipo de interferência nos resultados, toda a

vidraria foi, previamente, tratada com ácido nítrico a 10%. As avaliações do pH e liberação de íons cálcio foram realizadas nos períodos de 1 h, 1 dia, 3 dias, 7 dias, 30 dias, 180 dias e 365 dias após a obturação, onde, a cada período, os espécimes, juntamente com as tampas de borracha, onde estavam fixados, eram cuidadosamente retirados dos frascos e imersos em novos frascos com o mesmo volume de água ultrapura.

Figura 10 - Raízes dentais imersas em 15 mL de água ultrapura, acondicionados em frascos de penicilina.

4.4 ANÁLISE DO pH E LIBERAÇÃO DE IONS CÁLCIO

4.4.1 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada por meio de um peagômetro analógico (Figura 11) do Departamento de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, que foi previamente calibrado com soluções tampões de valores de pH conhecidos (4, 7 e 14). Após a retirada dos espécimes, os frascos, onde se encontravam imersos os ápices radiculares dos espécimes, foram levados a um agitador, por 5 segundos. Após a agitação, a solução foi vertida em um Becker e, então, colocada em contato com o eletrodo do peagômetro. A aferição do pH foi efetuada com a sala em temperatura de 25⁰C.

Figura 11 - Vista frontal do Peagômetro analógico.

4.4.2 Determinação da liberação de íons cálcio

Após a determinação do pH, a solução contida no becker foi novamente agitada e colocada em tubos de ensaio de plástico de 50 mL. Esses tubos foram armazenados sob refrigeração até que todos os períodos experimentais fossem realizados para, então, serem iniciados os procedimentos de leitura dos valores de liberação de íons cálcio. Portanto, a leitura da liberação de íons Ca^{++} foi realizada nos mesmos períodos experimentais utilizados para a leitura do pH.

Para a monitoração do Ca^{++} foi empregado um espectrofotômetro de absorção atômica (figura 12) do Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, equipado com uma lâmpada de cátodo oco, específica para o cálcio. As condições para a operação foram:

- Corrente da lâmpada: 3 miliAmpéres
- Combustível: Acetileno
- Suporte: Oxigênio
- Estequiometria: Redutor

Figura 12 - Vista frontal do espectrofotômetro de absorção atômica Thermo Scientific conectado ao computador.

Para o comprimento da onda e fenda foram efetuados testes pilotos para a determinação correta. Para prevenir possíveis interferências de metais alcalinos, foi preparada uma solução de lantânio, diluindo-se 9,8 g de cloreto de lantânio em 250 mL de solução ácida. Uma solução estoque de cálcio foi preparada diluindo-se 2,4972 g de carbonato de cálcio em 50 mL de água ultrapura. A essa solução foram adicionados, gota a gota, 10 mL de ácido clorídrico. Posteriormente, esta solução foi diluída em 1000 mL de água ultrapura. Após o preparo, tem-se que 1,00 mL deste preparado corresponde a 1 mg de cálcio. Com esta solução, foram preparadas as soluções padrões de cálcio, sendo elas: 40 mg/L, 20 mg/L, 10 mg/L, 5mg/L, 2.5 mg/L, 1.25 mg/L

Na leitura, 8 mL dos padrões ou da água das amostras foram associados a 2 mL da solução de cloreto de Lantânio. Para o branco, o volume de 6 mL de água MilliQ foi associado à mesma quantidade anterior (2 mL) de solução de cloreto de lantânio.

Com as amostras, o branco e os padrões preparados, foi efetuada a leitura no espectrofotômetro de absorção atômica. Para levar o aparelho a zero de absorbância, empregou-se a solução de ácido nítrico. Os cálculos da liberação foram efetuados por meio da equação da reta da curva padrão.

Para a análise estatística, foram empregados o teste Kruskal-Wallis para comparação global e o pós-teste de Dunn para a comparação individual na análise do pH e cálcio. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software GraphPad Prism 5 (Graphpad, La Jolla, CA, EUA). Para todos os testes foi adotado o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

4.5 Avaliação da qualidade das obturações em estereomicroscópio

4.5.1 Preparo dos espécimes para avaliação microscópica

Findo o período de 365 dias, utilizado para verificação dos valores de pH e liberação de íons cálcio, cada raiz, com o canal obturado, foi cortada transversalmente em fatias com espessura de 2 mm, na máquina de corte Isomet (Isomet, Buehler, Lake Bluff, Illinois, EUA) (figura 13). Para a secção utilizou-se um disco diamantado de 0,3 mm de espessura a 200 rpm e irrigação contínua com água. A espessura das fatias foi checada com auxílio de um paquímetro digital (Profield, USA) com precisão de 0,001 mm para que as fatias não excedessem 1,9 e 2,1 mm de espessura.

O primeiro ponto estabelecido para o início do corte da raiz foi a 2 mm do forame apical, descartando-se o primeiro segmento. Os 3 cortes seguintes foram realizados a cada 2 mm para obtenção das fatias a 2, 4 e 6 mm do forame (figura 14). Foram obtidas 30 fatias por grupo para serem analisados. As secções obtidas foram colocadas em uma lâmina de vidro e fixadas com cera pegajosa (figura 15) para polimento (Politriz, Arotec, Cotia, SP, Brasil). Foram utilizadas, em sequência, lixas d'água de granulometria 600, 900 e 1200, em formato de disco de diâmetro de 320 mm.

Figura 13 – Máquina utilizada para a secção das raízes.

Figura 14 – Demarcações e espessura das seções transversais realizadas a 2 mm, 4 mm e 6 mm do forame apical.

Figura 15 – Fatias montadas em lâminas e fixadas com cera pegajosa para polimento na politriz.

4.5.2 Análise no Estereomicroscópio

Todos os espécimes foram analisados e fotografados utilizando-se o estereomicroscópio com 50x de aumento (Stemi 2000C, Carl Zeiss, Jena, Alemanha) com a finalidade de identificar a porcentagem de gutapercha, cimento e espaços vazios na massa obturadora (figura 16). Para isto, foi utilizado o software Axiovision (Carl Zeiss). Em todas as seções (2, 4 e 6 mm) foram medidos, a área total do canal, a de gutapercha e os espaços vazios, em micrometros quadrados (μm^2). Para calcular a área total do cimento, os valores da

área de guta-percha e de espaços vazios foram subtraídos da área total do canal. Posteriormente, foram obtidas as porcentagens de guta-percha, cimento e espaços vazios. O operador que fez todas as medidas usou uma análise cega, ou seja, não tinha conhecimento dos materiais que estavam sendo analisados. As medições foram repetidas duas vezes objetivando melhor confiabilidade dos resultados. Não foram observados resultados discrepantes na comparação das duas análises.

Figura 16 - Estereomicroscópio e programa AxionVision empregado para medir as áreas do canal radicular, cimento, guta-percha e espaços vazios.

As médias dos valores obtidos na estereomicroscopia foram submetidas ao teste de normalidade de D'Agostino & Pearson. Em razão da ausência de normalidade, foram utilizados os testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis e Mann Whitney, para comparação entre os grupos. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software GraphPad Prism 5 (Graphpad, La Jolla, CA, EUA). Para todos os testes foi adotado o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 Análise do pH

Os valores médios do pH e os desvios-padrão proporcionados pelos cimentos, em função do período de imersão, diâmetro foraminal e técnica obturadora encontram-se expressos nas tabelas 2, 3, 4 e 5. Foram aplicados o teste de Kruskal-Wallis para comparação global e o teste de Dunn para comparações individuais.

Tabela 2: Valores de pH e desvios-padrão proporcionados pelos cimentos, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 25 e técnica da condensação lateral, de acordo com cada período.

Cimento	1 hora	1 dia	3 dias	7 dias	30 dias	180 dias	365 dias
AH Plus	6,49 ^{acA} (0,33)	6,45 ^{acA} (0,23)	6,26 ^{acA} (0,13)	6,33 ^{aA} (0,11)	6,36 ^{aA} (0,22)	7,65 ^{bA} (0,24)	7,24 ^{cA} (0,19)
MTA F	6,26 ^{aA} (0,33)	6,23 ^{aA} (0,26)	6,44 ^{aA} (0,28)	6,75 ^{aA} (0,46)	6,94 ^{bA} (0,23)	7,79 ^{bA} (0,26)	7,12 ^{bA} (0,36)
Sealapex	6,79 ^{abA} (0,26)	6,63 ^{aA} (0,21)	6,82 ^{aA} (0,25)	6,76 ^{aA} (0,17)	6,62 ^{aA} (0,23)	7,23 ^{bA} (0,17)	7,47 ^{cA} (0,14)
Controle	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)

Letras iguais indicam que não houve diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras minúsculas indicam a comparação entre os períodos e letras maiúsculas correspondem à comparação entre os cimentos, em cada período.

Tabela 3: Valores de pH e desvios-padrão proporcionados pelos cimentos, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 25 e técnica do cone único, de acordo com cada período.

Cimento	1 hora	1 dia	3 dias	7 dias	30 dias	180 dias	365 dias
AH Plus	5,92 ^{aA} (0,42)	6,04 ^{aA} (0,55)	6,58 ^{abcA} (0,39)	6,38 ^{acA} (0,32)	6,50 ^{abcA} (0,21)	7,66 ^{bcA} (0,11)	7,34 ^{cA} (0,27)
MTA F	6,56 ^{abAB} (0,35)	6,82 ^{abA} (0,34)	6,61 ^{abA} (0,42)	6,39 ^{aA} (0,48)	6,92 ^{abA} (0,30)	7,66 ^{bA} (0,43)	7,20 ^{abA} (0,12)
Sealapex	6,62 ^{acAB} (0,24)	6,47 ^{aA} (0,17)	7,55 ^{bcA} (0,53)	6,88 ^{acA} (0,50)	6,59 ^{acA} (0,33)	7,50 ^{bcA} (0,24)	7,19 ^{cA} (0,20)
Controle	6,9 ^{aB} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)

Letras iguais indicam que não houve diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras minúsculas indicam a comparação entre os períodos e letras maiúsculas correspondem à comparação entre os cimentos, em cada período.

Tabela 4: Valores de pH e desvios-padrão proporcionados pelos cimentos, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 45 e técnica da condensação lateral, de acordo com cada período.

Cimento	1 hora	1 dia	3 dias	7 dias	30 dias	180 dias	365 dias
AH Plus	7,23 ^{abA} (0,20)	7,21 ^{abA} (0,16)	7,09 ^{aA} (0,09)	7,27 ^{abA} (0,26)	7,29 ^{abA} (0,26)	7,44 ^{bA} (0,28)	7,36 ^{bA} (0,18)
MTA F	7,65 ^{aA} (0,36)	7,71 ^{aA} (0,27)	7,75 ^{aA} (0,26)	7,67 ^{aA} (0,16)	7,54 ^{aA} (0,23)	7,51 ^{aA} (0,17)	7,58 ^{aA} (0,13)
Sealapex	7,38 ^{acA} (0,18)	7,23 ^{acA} (0,19)	7,31 ^{acA} (0,19)	7,53 ^{abcA} (0,32)	7,86 ^{bA} (0,31)	7,30 ^{cA} (0,19)	7,45 ^{abcA} (0,17)
Controle	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)

Letras iguais indicam que não houve diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras minúsculas indicam a comparação entre os períodos e letras maiúsculas correspondem à comparação entre os cimentos, em cada período.

Tabela 5: Valores de pH e desvios-padrão proporcionados pelos cimentos, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 45 e técnica do cone único, de acordo com cada período.

Cimento	1 hora	1 dia	3 dias	7 dias	30 dias	180 dias	365 dias
AH Plus	7,40 ^{abA} (0,27)	7,59 ^{aA} (0,35)	7,31 ^{abA} (0,22)	7,44 ^{abA} (0,09)	7,22 ^{bA} (0,06)	7,28 ^{abA} (0,06)	7,55 ^{aAB} (0,15)
MTA F	7,67 ^{aA} (0,45)	7,50 ^{abA} (0,36)	7,38 ^{abA} (0,26)	7,64 ^{aA} (0,20)	7,43 ^{abA} (0,34)	7,20 ^{bA} (0,17)	7,40 ^{abAB} (0,21)
Sealapex	7,46 ^{aA} (0,21)	7,30 ^{aA} (0,09)	7,40 ^{aA} (0,10)	7,41 ^{aA} (0,12)	7,49 ^{abA} (0,16)	7,30 ^{aA} (0,18)	8,26 ^{bB} (0,21)
Controle	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)	6,9 ^{aA} (0,0)

Letras iguais indicam que não houve diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras minúsculas indicam a comparação entre os períodos e letras maiúsculas correspondem à comparação entre os cimentos, em cada período.

5.2 Análise da liberação de íons cálcio:

Os valores médios da liberação de íons cálcio e os desvios padrão proporcionados pelos cimentos, em função do período de imersão, diâmetro foraminal e técnica obturadora encontram-se expressos nas tabelas 6, 7, 8 e 9. Foram aplicados o teste de Kruskal Wallis para comparação global e o teste de Dunn para comparações individuais.

Tabela 6: Valores da liberação de íons cálcio e desvios-padrão encontrados para cada cimento, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 25 e técnica da condensação lateral, de acordo com cada período.

Cimento	1 hora	1 dia	3 dias	7 dias	30 dias	180 dias	365 dias
AH Plus	1,61 ^{aA} (0,70)	2,51 ^{abA} (1,69)	5,08 ^{abA} (2,35)	8,57 ^{abcA} (9,16)	5,69 ^{abA} (0,74)	6,68 ^{bcA} (2,81)	2,67 ^{cA} (0,95)
MTA F	3,01 ^{aB} (1,09)	4,48 ^{aB} (4,62)	3,02 ^{aB} (1,23)	3,83 ^{aB} (3,26)	5,84 ^{bA} (4,44)	15,93 ^{bcB} (18,31)	4,18 ^{cB} (3,33)
Sealapex	2,55 ^{aA} (1,27)	2,39 ^{aA} (1,61)	4,77 ^{bA} (4,30)	4,50 ^{bB} (2,78)	18,77 ^{cB} (14,52)	9,92 ^{dC} (6,71)	29,56 ^{ecC} (39,70)
Controle	2,54 ^{aAB} (4,09)	2,50 ^{aA} (3,03)	1,74 ^{aC} (1,00)	1,66 ^{aC} (0,60)	2,97 ^{aC} (0,63)	2,89 ^{aD} (0,70)	1,46 ^{aA} (0,32)

Letras iguais indicam que não houve diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras minúsculas indicam a comparação entre os períodos e letras maiúsculas correspondem à comparação entre os cimentos, em cada período.

Tabela 7: Valores da liberação de íons cálcio e desvios-padrão encontrados para cada cimento, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 25 e técnica do cone único, de acordo com cada período.

Cimento	1 hora	1 dia	3 dias	7 dias	30 dias	180 dias	365 dias
AH Plus	0,94 ^{aA} (0,62)	2,12 ^{bA} (0,97)	2,55 ^{bA} (0,99)	3,95 ^{bA} (2,11)	5,50 ^{cA} (2,67)	6,71 ^{dA} (6,70)	4,20 ^{cA} (3,61)
MTA F	2,19 ^{aB} (1,447)	3,72 ^{bB} (4,736)	8,22 ^{cB} (5,89)	8,19 ^{cB} (3,49)	10,13 ^{dB} (8,14)	11,14 ^{dB} (10,56)	12,86 ^{dB} (8,53)
Sealapex	4,74 ^{aC} (2,88)	3,79 ^{aB} (1,57)	9,95 ^{bcC} (3,34)	7,02 ^{cB} (2,55)	10,89 ^{bB} (7,29)	14,01 ^{dC} (19,14)	29,33 ^{ecC} (39,75)
Controle	2,54 ^{aB} (4,09)	2,50 ^{aAB} (3,03)	1,74 ^{aA} (1,00)	1,66 ^{aC} (0,60)	2,97 ^{aC} (0,63)	2,89 ^{aD} (0,70)	1,46 ^{aD} (0,32)

Letras iguais indicam que não houve diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras minúsculas indicam a comparação entre os períodos e letras maiúsculas correspondem à comparação entre os cimentos, em cada período.

Tabela 8: Valores da liberação de íons cálcio e desvios-padrão encontrados para cada cimento, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 45 e técnica da condensação lateral, de acordo com cada período.

Cimento	1 hora	1 dia	3 dias	7 dias	30 dias	180 dias	365 dias
AH Plus	2,73 ^{aA} (1,31)	3,24 ^{aA} (1,98)	5,34 ^{bA} (4,18)	4,93 ^{bA} (2,86)	3,25 ^{aA} (1,21)	2,71 ^{aA} (0,79)	13,98 ^{cA} (12,31)
MTA F	6,03 ^{aB} (7,36)	6,63 ^{aB} (5,95)	3,50 ^{bB} (1,97)	8,91 ^{cB} (11,47)	14,11 ^{dB} (13,29)	26,21 ^{ebB} (27,96)	6,48 ^{abB} (5,89)
Sealapex	9,13 ^{aC} (6,95)	3,95 ^{bA} (3,07)	4,59 ^{baB} (5,07)	7,27 ^{cB} (5,20)	29,94 ^{dC} (27,27)	30,66 ^{dC} (24,34)	13,22 ^{eaA} (13,26)
Controle	2,54 ^{aA} (4,09)	2,50 ^{aA} (3,03)	1,74 ^{aC} (1,00)	1,66 ^{aC} (0,60)	2,97 ^{aA} (0,63)	2,89 ^{aA} (0,70)	1,46 ^{aC} (0,32)

Letras iguais indicam que não houve diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras minúsculas indicam a comparação entre os períodos e letras maiúsculas correspondem à comparação entre os cimentos, em cada período.

Tabela 9: Valores da liberação de íons cálcio e desvios-padrão encontrados para cada cimento, quando utilizados em canais radiculares com forame de diâmetro 45 e técnica do cone único, de acordo com cada período.

Cimento	1 hora	1 dia	3 dias	7 dias	30 dias	180 dias	365 dias
AH Plus	1,36 ^{aA} (0,88)	2,51 ^{abA} (0,96)	3,36 ^{bA} (0,99)	3,12 ^{bA} (1,03)	3,38 ^{bA} (2,38)	6,22 ^{cA} (4,74)	17,36 ^{dA} (12,72)
MTA F	2,51 ^{abA} (1,44)	1,70 ^{aA} (0,49)	2,57 ^{abA} (0,87)	3,96 ^{bA} (1,79)	4,03 ^{bA} (1,35)	10,27 ^{cB} (12,65)	50,55 ^{dB} (48,58)
Sealapex	10,48 ^{abB} (13,89)	12,13 ^{abB} (10,31)	8,79 ^{abB} (7,57)	9,90 ^{abB} (9,10)	15,36 ^{bbB} (13,32)	40,38 ^{cC} (42,76)	11,77 ^{aC} (10,29)
Controle	2,54 ^{aA} (4,09)	2,50 ^{aA} (3,03)	1,74 ^{aA} (1,00)	1,66 ^{aC} (0,60)	2,97 ^{aA} (0,63)	2,89 ^{abD} (0,70)	1,46 ^{abD} (0,32)

Letras iguais indicam que não houve diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significativas ($p < 0.05$). Letras minúsculas indicam a comparação entre os períodos e letras maiúsculas correspondem à comparação entre os cimentos, em cada período.

5.3 Análise em Estereomicroscópio

Conforme descrito no capítulo, material e métodos, os dados obtidos da área total de cimento, guta-percha e espaços vazios foram transformados em porcentagem mediante a fórmula:

$$\frac{\text{Área total de guta-percha} \times 100}{\text{Área total do canal}}$$

Em seguida, os dados foram tabelados e submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal Wallis para comparação global e ao teste de Mann Whitney para as comparações individuais ($p < 0.05\%$).

As tabelas 10, 11 e 12 acolhem as médias e desvios-padrão da porcentagem de cimento, guta-percha e espaços vazios, considerando os níveis de corte, em função dos cimentos utilizados, diâmetros foraminais e técnicas de obturação, respectivamente.

Tabela 10: Médias e desvios-padrão (média±dp) de cimento, guta-percha e espaços vazios a 2, 4 e 6 mm do forame, em função dos cimentos utilizados (valores em %).

Variáveis		AH Plus	MTA Fillapex	Sealapex
Cimento	2mm	16,64 ± 14,64 ^a	15,21 ± 19,09 ^a	18,81 ± 14,39 ^a
	4mm	19,84 ± 13,13 ^a	12,64 ± 10,63 ^b	21,81 ± 16,08 ^a
	6mm	22,82 ± 15,57 ^a	16,12 ± 16,77 ^b	23,84 ± 19,11 ^{ab}
Guta-percha	2mm	83,30 ± 14,72 ^a	84,79 ± 19,64 ^a	81,19 ± 14,48 ^a
	4mm	80,07 ± 10,62 ^a	87,36 ± 10,54 ^b	77,56 ± 17,60 ^a
	6mm	77,02 ± 12,36 ^a	82,85 ± 18,33 ^a	75,35 ± 21,62 ^a
Espaços vazios	2mm	0,06 ± 0,262 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a
	4mm	0,09 ± 0,419 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	0,63 ± 2,56 ^a
	6mm	0,16 ± 0,758 ^a	1,03 ± 4,60 ^a	0,81 ± 1,70 ^a

Letras diferentes em cada linha (a, b) correspondem às diferenças estatísticas significativas entre os grupos ($p < 0.05$).

Em relação à porcentagem de cimento, houve diferença estatisticamente significativa, a 4mm, entre os cimentos AH Plus (19,84%) e MTA Fillapex (12,64%) e entre este (12,64%) e o Sealapex (21,81%). A 6mm houve diferença estatística entre os cimentos AH Plus (23,92%) e MTA Fillapex (16,12%). Não houve diferença estatística entre os cimentos a 2mm.

Considerando a porcentagem de guta-percha, houve diferença significativa a 4mm, entre o cimento MTA Fillapex (87,36%) e os cimentos AH Plus (80,07%) e Sealapex (77,56%). Não houve diferença estatística significativa entre os cimentos a 2 e 6mm. Quanto à porcentagem de espaços vazios, não foram encontradas diferenças significantes entre os cimentos a 2, 4 e 6mm.

Tabela 11: Médias e desvios-padrão (média±dp) de cimento, guta-percha e espaços vazios a 2, 4 e 6 mm do forame, em função da técnica de obturação utilizada (valores em %).

Variáveis		Condensação Lateral	Cone Único
Cimento Endodôntico	2mm	14,21 ± 15,22 ^a	19,57 ± 15,94 ^b
	4mm	15,55 ± 11,68 ^a	21,79 ± 16,15 ^b
	6mm	17,53 ± 14,91 ^a	24,33 ± 18,87 ^b
Guta-percha	2mm	85,76 ± 15,69 ^a	80,42 ± 16,62 ^b
	4mm	84,25 ± 13,55 ^a	77,91 ± 16,78 ^b
	6mm	82,23 ± 16,09 ^a	74,70 ± 19,32 ^b
Espaços vazios	2mm	0,03 ± 0,19 ^a	0,01 ± 0,08 ^b
	4mm	0,20 ± 0,86 ^a	0,30 ± 1,96 ^b
	6mm	0,24 ± 1,19 ^a	0,97 ± 3,85 ^b

Letras diferentes em cada linha (a, b) correspondem às diferenças estatísticas significativas entre os grupos (p<0.05).

Em relação à porcentagem de cimento, houve diferença estatisticamente significativa entre as duas técnicas a 2, 4 e 6mm do forame apical. Os espécimes obturados com a técnica do cone único apresentaram maior porcentagem de cimento.

Considerando a porcentagem de guta-percha, houve diferença entre as duas técnicas apenas a 2mm do forame, sendo que a técnica da condensação lateral apresentou maior porcentagem (85,76%) em relação à técnica do cone único (80,42%).

Já, quanto aos espaços vazios não houve diferença estatística entre as duas técnicas; ambas apresentaram pequena porcentagem dessas ocorrências.

Tabela 12: Médias e desvios-padrão (média±dp) de cimento, guta-percha e espaços vazios a 2, 4 e 6 mm do ápice, em função do diâmetro foraminal (valores em %).

Variáveis		Forame 25	Forame 45
Cimento Endodôntico	2mm	15,84 ± 17,37 ^a	21,44 ± 38,01 ^a
	4mm	17,49 ± 16,10 ^a	18,33 ± 11,30 ^a
	6mm	21,95 ± 18,06 ^a	21,25 ± 17,53 ^a
Guta-percha	2mm	84,12 ± 17,78 ^a	78,56 ± 14,77 ^a
	4mm	82,28 ± 15,37 ^a	81,52 ± 12,22 ^a
	6mm	77,72 ± 17,34 ^a	77,88 ± 19,02 ^a
Espaços vazios	2mm	0,04 ± 0,21 ^a	0,0 ± 0,0 ^a
	4mm	0,33 ± 1,98 ^a	0,15 ± 0,80 ^a
	6mm	0,33 ± 1,08 ^a	0,87 ± 3,90 ^a

Letras iguais em cada linha (a) correspondem que não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos ($p < 0.05$).

Não houve diferença estatística entre os dois diâmetros foraminais a 2, 4 e 6 mm do forame apical.

Na técnica da condensação lateral, não houve diferença estatisticamente significativa quando se utilizou cone de tamanho 40 (0.02) e cone de tamanho 60 (0.02), em relação à porcentagem de cimento, guta-percha e espaços vazios a 2, 4 e 6mm do forame (figuras 17, 21 e 25). No entanto, quando utilizados na técnica do cone único, houve diferença significativa na porcentagem de cimento, a 2mm (figura 18). Os espécimes obturados com o cone 40 (0.04) apresentaram uma menor porcentagem de cimento em relação aos obturados com o cone 60 (0.04) (figura 18). No entanto, não houve diferenças significantes em relação à porcentagem de guta-percha e espaços vazios (figuras 22 e 26) a 2, 4 e 6mm do forame.

Quando se utilizou cone de tamanho 40, em ambas as técnicas, houve diferença significativa apenas a 6mm em relação às porcentagens de cimento e guta-percha (figuras 19 e 23). A técnica do cone único apresentou maior porcentagem de cimento e menor porcentagem de guta-percha em relação à técnica da condensação lateral. Quando da utilização do cone de tamanho 60, em ambas as

técnicas, houve diferença significativa a 2 e 4mm (figura 20). A técnica do cone único apresentou maior porcentagem de cimento em relação à técnica da condensação lateral (figura 20). No entanto, não houve diferenças significativas em relação à porcentagem de guta-percha e espaços vazios (figuras 24 e 28) a 2, 4 e 6mm do forame.

Figura 17 - Representações gráficas da porcentagem de cimento na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica da condensação lateral com os cones de calibre 40 (A1.1, A1.2, A1.3) e calibre 60 (B1.1, B1.2, B1.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 18 - Representações gráficas da porcentagem de cimento na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica do cone único com os cones de calibre 40 (A2.1, A2.2, A2.3) e calibre 60 (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 19 - Representações gráficas da porcentagem de cimento na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 40, com a técnica da condensação lateral (A1.1, A1.2, A1.3) e, com a técnica do cone único (A2.1, A2.2, A2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 20 - Representações gráficas da porcentagem de cimento na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 60, com a técnica da condensação lateral (B1.1, B1.2, B1.3) e, com a técnica do cone único (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 21 - Representações gráficas da porcentagem de guta-percha na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica da condensação lateral com os cones de calibre 40 (A1.1, A1.2, A1.3) e calibre 60 (B1.1, B1.2, B1.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 22 - Representações gráficas da porcentagem de guta-percha na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica do cone único com os cones de calibre 40 (A2.1, A2.2, A2.3) e calibre 60 (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 23 - Representações gráficas da porcentagem de guta-percha na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 40, com a técnica da condensação lateral (A1.1, A1.2, A1.3) e, com a técnica do cone único (A2.1, A2.2, A2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 24 - Representações gráficas da porcentagem de guta-percha na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 60, com a técnica da condensação lateral (B1.1, B1.2, B1.3) e, com a técnica do cone único (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 25 - Representações gráficas da porcentagem de espaços vazios na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica da condensação lateral com os cones de calibre 40 (A1.1, A1.2, A1.3) e calibre 60 (B1.1, B1.2, B1.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 26 - Representações gráficas da porcentagem de espaços vazios na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com a técnica do cone único com os cones de calibre 40 (A2.1, A2.2, A2.3) e calibre 60 (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 27 - Representações gráficas da porcentagem de espaços vazios na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 40, com a técnica da condensação lateral (A1.1, A1.2, A1.3) e, com a técnica do cone único (A2.1, A2.2, A2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 28 - Representações gráficas da porcentagem de espaços vazios na massa obturadora a 2, 4 e 6 mm do forame, dos grupos obturados com os cones de calibre 60, com a técnica da condensação lateral (B1.1, B1.2, B1.3) e, com a técnica do cone único (B2.1, B2.2, B2.3), com os três diferentes cimentos AH Plus (1), MTA Fillapex (2) e Sealapex (3).

Figura 29 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 2 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

Figura 30 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 4 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

Figura 31 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 6 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

Figura 32 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 2 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

Figura 33 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 4 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

Figura 34 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 6 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 25, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

Figura 35 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 2 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

Figura 36 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 4 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

Figura 37 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 6 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica da condensação lateral, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

Figura 38 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 2 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

Figura 39 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 4 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

Figura 40 - Representações gráficas de estereomicroscopia a 6 mm do forame, dos grupos de dentes com forames padronizados com a lima K número 45, obturados com a técnica do cone único, com os cimentos AH Plus (A), MTA Fillapex (B) e Sealapex (C).

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Os estudos sobre pH e capacidade de liberação de íons cálcio pelos materiais endodônticos têm sido realizados há várias décadas, em razão desses materiais, quando utilizados, permanecerem em contato direto com os tecidos apicais e, também, periapicais por um longo período de tempo. Embora o pH neutro seja o ideal para o bom funcionamento do organismo, em algumas situações e por um período não muito longo, o pH alcalino é desejável. A elevação dos valores de pH provocada por alguns cimentos endodônticos promove a alcalinização dos tecidos adjacentes; condição esta que favorece o reparo (TRONSTAD et al., 1981). O cálcio liberado tem participação na ativação da adenosina trifosfato cálcio-dependente (SEUX et al., 1991), reage com o gás carbônico tecidual, formando cristais de carbonato de cálcio e, conseqüentemente, induzindo a mineralização (SEUX et al., 1991; ESTRELA et al., 1995).

Os valores de pH estão na dependência da quantidade de íons hidroxila liberados. Assim, alguns fatores podem interferir nessa quantidade, bem como, na liberação dos íons cálcio. A área de exposição do material, ao meio, tem importância capital, como também, a solubilidade do mesmo. É certo que quanto maior a solubilidade do material e maior a área de exposição do mesmo, maior será a liberação de íons hidroxila e cálcio; sendo verdadeiro o inverso. Por outro lado, um material mesmo sendo, praticamente, insolúvel; a sua insolubilidade só se manifesta após sua presa final. Portanto, até que a presa aconteça, alguma solubilidade ocorrerá, podendo provocar alteração de pH durante esse período. Em condições clínicas, considerando a obturação do canal radicular, a área de exposição do cimento aos tecidos apicais está na dependência do calibre do forame apical e do ajuste do cone principal no batente apical. Portanto, quanto maior o diâmetro do forame, maior deve ser a área de exposição do cimento aos tecidos apicais. Contudo, a presença do cone principal, ajustado no batente apical provoca uma diminuição drástica da área de exposição do cimento e, conseqüentemente, da sua quantidade sujeita à ação dos fluidos tissulares, interferindo na sua solubilidade. Assim, é de se esperar que cimentos que, geralmente, produzem altos valores de pH e liberação de íons cálcio, quando submetidos a certas metodologias, não proporcionem os mesmos valores quando testados em situações que reproduzem as obturações dos canais radiculares.

6.1. SOBRE A METODOLOGIA

A determinação do pH tem sido realizada, tanto em condições *in vivo*, como *in vitro*, sendo esta última a mais utilizada. Quanto à avaliação do pH *in vivo*, a literatura acusa, apenas, duas pesquisas (TRONSTAD et al., 1981; ESTRELA; PESCE, 1996). Tronstad et al. (1981) mensuraram o pH do ligamento periodontal, cimento e quatro zonas de dentina após o uso de pastas de hidróxido de cálcio em dentes de macacos reimplantados ou não. Após 4 semanas do tratamento, os macacos foram mortos e os dentes extraídos. Para a análise, utilizaram o método colorimétrico em que o corante era colocado superficialmente à raiz dos dentes e que se difundia, através da dentina, em direção ao canal radicular. A alteração da cor do corante e o analisador ácido-base digital mensuravam o pH nos diferentes pontos estabelecidos. Esse método mostrou-se eficiente, porém, cuidado especial deve ser tomado durante a aplicação do corante na superfície do dente para evitar ou reduzir o fenômeno da difusão. Já, Estrela e Pesce (1996) avaliaram o pH e a liberação de íons cálcio de pastas de hidróxido de cálcio acondicionadas em tubos de polietileno que foram implantados em tecido subcutâneo de cão. Após os períodos de 7, 30, 45 e 60 dias, os tubos foram removidos e os materiais de cada tubo foram submetidos à titulação e mensurados com auxílio de um condutímetro. Os valores de pH e cálcio foram calculados por meio de fórmulas. Os autores recomendaram alguns cuidados a serem tomados quando da utilização desse método. Um deles é a correção do fator de condutibilidade, pela diluição, pois, a mesma reduz a condutibilidade durante a titulação. Além disso, há que se tomarem cuidados em relação ao transporte dos tubos de polietileno, após a remoção do tecido. O transporte deve ser feito com os tubos acondicionados em vidro inerte com atmosfera de nitrogênio, evitando a presença de oxigênio que, pode reagir com o cálcio e exercer influência sobre os resultados da análise. Estudos que avaliam os materiais *in vivo*, geralmente, fornecem resultados mais próximos da realidade clínica. No entanto, as dificuldades na execução e os aspectos éticos, limitam a realização desses tipos de pesquisa.

No que se refere aos estudos *in vitro*, várias foram as formas descritas e utilizadas para a determinação do pH, como o uso do potenciômetro (TAMBURIC, VULETA, OGNJANOVIC, 1993), corante (STAEHLE et al., 1995) e peagômetro (ANTHONY; GORDON; DEL RIO, 1982; GORDON, ALEXANDER, 1886; TORABINEJAD et al., 1995; DEAL et al., 2002; DUARTE et al., 2003; DUARTE et al., 2004; FERREIRA et al., 2004; SANTOS et al., 2005; CHNG et al., 2005; ISLAM; CHNG; YAP., 2006; ELDENIZ et al.,

2007; BAE et al., 2011; TANOMARU-FILHO et al., 2011; MASSI et al., 2011; CANDEIRO et al., 2012; FARIA-JÚNIOR et al., 2013; SILVA et al., 2013; KUGA et al., 2014; VIAPIANA et al., 2014). A utilização de corantes como o vermelho cresol a 1%, utilizado por Staehle et al. (1995), determina a ocorrência ou não da alcalinização pelo método visual, não fornecendo valores quantitativos. Estrela et al. (1995), utilizando-se de uma solução indicadora universal, determinaram os valores de alcalinização da dentina. Entretanto, eles enfatizaram que cuidados devem ser tomados com os dentes, mantendo-os em plataforma inerte, com ausência de luz e oxigênio, para se evitar possíveis variáveis.

Sem dúvida, a utilização do peagômetro tem sido a metodologia preferida da maioria dos pesquisadores, com algumas variações quanto ao acondicionamento dos materiais e, também, em relação aos períodos experimentais. No presente trabalho, também, foi utilizado o peagômetro, que é um aparelho de fácil manipulação e oferece resultados confiáveis. Os valores são obtidos de soluções onde estiveram imersos os materiais em teste, devidamente acondicionados, nos diferentes invólucros, considerando os períodos experimentais pré-determinados.

Considerando o acondicionamento do material para sua imersão na solução, Anthony, Gordon e Del Rio (1982) colocaram os cimento imediatamente após a espatulação, diretamente na solução, assim como, Torabinejad et al. (1995) e Peniche, Sampaio, Collesi (1996). Essa forma de imersão direta, expondo uma grande área do material e, dependendo das características do mesmo, pode fazer com que ele seja totalmente solubilizado, resultando em valores de pH inteiramente adversos àqueles que podem ser encontrados clinicamente. O acondicionamento dos materiais em tubos ou em dentes faz com que a área do material exposto à solução ou fluido tissular seja bastante restrita, principalmente quando do uso de dentes. O momento da imersão do material na solução é outro quesito que deve ser considerado quando da determinação do pH e liberação de íons cálcio. Considerando que o cimento entra em contato direto com os tecidos apicais ou periapicais imediatamente após a colocação no local desejado e já passa a sofrer ação dos fluidos tissulares, mesmo antes de tomar presa ou endurecer, torna-se interessante que as aferições se iniciem antes da presa do cimento. Tagger, Tagger e Kfir (1988) confeccionaram corpos de prova dos cimentos a serem testados, imergindo-os em água só após o período de 24 horas. Esse método não permite avaliar o pH inicial do cimento e, no caso de alguns com tempo de endurecimento mais demorado, só após a presa dos mesmos. Nesses casos os valores de pH, bem como, da quantidade de íons cálcio liberados estão na dependência da solubilização do cimento. A

determinação do pH diretamente na massa do cimento recém manipulado, utilizando-se de microeletrodos introduzidos no interior da mesma (DEAL et al., 2002; CHNG et al., 2005; ISLAM; CHNG; YAP, 2006), apesar de preciso, não mostra o potencial alcalinizador dos materiais a longo prazo, isto é, demonstra apenas o pH intrínscio do cimento.

O acondicionamento dos materiais em estudo em tubos de polietileno é um método bastante difundido na literatura para a determinação do pH e liberação de íons cálcio dos mesmos (DUARTE, 1996; DUARTE, 1999; BRANDÃO, 1999; DUARTE et al., 2000; DUARTE et al., 2003; DUARTE et al., 2004; FERREIRA et al., 2004; SANTOS et al., 2005; ELDENIZ 2007; TANOMARU-FILHO et al., 2009, BAE et al., 2011; MASSI et al., 2011; CANDEIRO et al., 2012; SILVA et al., 2013; VIAPIANA et al., 2014; KUGA et al., 2014). No entanto, esse método não reflete a realidade clínica já que os tubos de polietileno apresentam diâmetros bem maiores do que aqueles, normalmente, encontrados nos forames apicais. Geralmente, os tubos são preenchidos exclusivamente com o cimento expondo, assim, uma grande área de contato do material com o líquido de imersão. Dentes de acrílico têm sido utilizados com o intuito de se aproximar, ao máximo, das condições clínicas (DUARTE et al., 2009; HUNGARO DUARTE et al., 2012).

Neste trabalho, foram empregados dentes humanos extraídos, obturados com os cimentos propostos e cones de guta-percha, utilizando-se de duas técnicas de obturação; procurando reproduzir as mesmas condições encontradas na clínica, em relação à exposição dos materiais ao fluido tissular. Gordon e Alexander (1986), Staehle et al. (1995), Esberard, Carnes e Del Rio (1996) também se utilizaram de dentes humanos extraídos para a quantificação do pH. Desses estudos, aquele que mais se aproxima da metodologia utilizada nesta pesquisa é o de Gordon e Alexander (1986) que utilizaram 40 raízes de dentes anteriores humanos extraídos, cujos canais, após serem instrumentados foram obturados pela técnica da condensação lateral com três diferentes cimentos. Em seguida, foram imersos em solução salina e o pH foi mensurado por meio de um peagômetro em diferentes períodos. Alguns cuidados devem ser tomados quando da utilização de dentes, devido à variabilidade do diâmetro do forame apical e outras variações anatômicas, não se esquecendo da possibilidade de o próprio dente provocar alteração dos valores de pH ou da liberação de íons cálcio. Portanto, no presente estudo, foram utilizados pré-molares inferiores unirradiculados, com canal único e sem canais laterais. Tais dentes foram selecionados por meio da microtomografia computadorizada. Os forames apicais foram padronizados, dividindo-se a amostra em dois grupos de acordo com o tamanho do forame (tamanho 25 e 45). O objetivo

dessa padronização foi eliminar possíveis variáveis e avaliar o comportamento dos cimentos, em função da área de exposição da obturação à solução (água ultrapura).

A metodologia empregada, neste estudo, consistiu na imersão da raiz dos dentes, imediatamente após a obturação, em 15 mL de água ultrapura. Tal procedimento permite que o pH seja aferido mesmo antes da presa do cimento o que, dependendo das características do material, pode proporcionar valores diferentes daqueles obtidos após a presa. A determinação do pH foi realizada em períodos pré-estabelecidos, ou seja, 1 hora, 1 dia, 3 dias, 7 dias, 30 dias, 180 dias e 365 dias. Após cada período realizava-se a troca da água, fazendo com que cada material tivesse seu pH aferido somente em função do período avaliado, não havendo um somatório de valores (DUARTE et al., 2000; DUARTE et al., 2003; ELDENIZ et al., 2007; TANOMARU-FILHO et al., 2009, BAE et al., 2011; MASSI et al., 2011; CANDEIRO et al., 2012; SILVA et al., 2013; VIAPIANA et al., 2014; KUGA et al., 2014). Quando da não renovação do líquido tem-se sempre uma ascendência dos valores, o que facilitaria a compreensão do desempenho dos materiais ao longo do tempo (ANTHONY; GORDON; DEL RIO, 1982; GORDON, ALEXANDER, 1986; FIDEL, 1993; FERREIRA et al., 2004).

Neste trabalho, a aferição do pH foi realizada durante um período longo (1 ano), diferentemente da maioria dos trabalhos citados na literatura. Com isso objetivou-se avaliar o comportamento dos cimentos durante a permanência no interior dos canais, desempenhando suas funções ao longo do tempo. Neste caso, pelas características do cimento utilizado, um aumento nos valores de pH, com o passar do tempo, caracterizaria solubilização do mesmo, o que poderia interferir na sua capacidade seladora.

O conjunto frasco-solução-espécime foi incubado a 37°C em condições de aerobiose. Fuss et al. (1996) demonstraram que não houve diferença nos valores de pH quando incubados tanto em aerobiose, como em anaerobiose.

Além da aferição do pH dos cimentos em teste avaliou-se, também, a capacidade de liberação de íons cálcio dos mesmos. Aliás, a aferição do pH e da quantidade de íons cálcio liberada, na verdade correspondeu ao conjunto formado pelo dente e obturação; esta, composta pelo cimento e cones de guta-percha.

Várias metodologias têm sido preconizadas para esse fim. Estrela e Pesce (1996) avaliaram a liberação de íons cálcio proporcionada por pastas de hidróxido de cálcio, acondicionadas em tubos de polietileno, que foram implantados em tecido subcutâneo de um

ção. Após os períodos de 7, 30, 45 e 60 dias, os tubos foram removidos e, por meio de analogia, determinaram a quantidade de cálcio liberada para o tecido. Embora essa metodologia seja fidedigna à realidade clínica, a sua execução é de extrema dificuldade, além da necessidade de um criterioso estudo bioquímico para determinar a quantidade real de cálcio existente nos espécimes. Guingand et al., 1997, avaliaram a liberação de íons cálcio de pastas de hidróxido e óxido de cálcio, utilizando dentes de porcos extraídos. As amostras foram analisadas por técnicas analíticas, em paralelo, com microscópio eletrônico de varredura, para quantificar a liberação de cálcio para a massa dentinária.

O método mais empregado para determinação da quantidade de cálcio liberada consiste no acondicionamento do material em tubos de polietileno (DUARTE, 1996; DUARTE, 1999; BRANDÃO, 1999; DUARTE et al., 2000; DUARTE et al., 2003; DUARTE et al., 2004; FERREIRA et al., 2004; SANTOS et al., 2005; ELDENIZ 2007; TANOMARU-FILHO et al., 2010, BAE et al., 2011; MASSI et al., 2011; CANDEIRO et al., 2012; SILVA et al., 2013; VIAPINA et al., 2014; KUGA et al., 2014), em dentes de acrílico (DUARTE et al., 2009; HUNGARO DUARTE et al., 2012), ou em dentes extraídos (GORDON; ALEXANDER, 1986; STAEHLE et al., 1995; ESBERARD; CARNES; DEL RIO, 1996). No presente estudo dentes extraídos foram obturados pelas técnicas da condensação lateral e cone único com três diferentes cimentos. Como há dúvidas na literatura, se o cálcio liberado encontrado na solução é decorrente do material, e não do dente, foram utilizados como grupo controle, dentes extraídos com os canais instrumentados, mas, não obturados. As soluções utilizadas para a leitura do cálcio foram as mesmas utilizadas na leitura do pH.

A determinação da liberação de íons cálcio pode ser realizada empregando-se o potenciômetro com eletrodo seletivo para cálcio (TAMBURIC; VULETTA; OGNJANOVIVC, 1993; ÇALT et al., 1999), por meio de titulação e analisador específico de cálcio, sendo um método titulométrico (TAGGER; TAGGER; KFIR, 1988) ou por meio do espectrofotômetro de absorção atômica (LEONARDO et al., 1992; SILVA et al., 1997; DUARTE et al., 2000; DUARTE et al., 2003; DUARTE et al., 2004; DUARTE et al., 2009; ELDENIZ et al., 2007; TANOMARU-FILHO et al., 2009; TANOMARU-FILHO et al., 2011; MASSI et al., 2011; CANDEIRO et al., 2012; BORGES et al., 2012; VIAPIANA et al., 2014; KUGA et al., 2014), em dentes de acrílico (DUARTE et al., 2009; HUNGARO DUARTE et al., 2012).

Com o emprego do potenciômetro, ocorre a determinação eletrolítica, ou seja, quantifica-se apenas o cálcio ionizado. Dessa maneira, o cálcio na forma não ionizada não será detectado pelo potenciômetro. Portanto, com o uso do eletrodo seletivo (TAMBURIC; VULETTA; OGNJANOVIVC, 1993; ÇALT et al., 1999) ou com o método titulométrico (TAGGER; TAGGER; KFIR, 1988), a leitura será inferior à real, uma vez que somente será identificado o cálcio ionizado.

Diante disso, optou-se pelo espectrofotômetro de absorção atômica, que tem a capacidade de detectar o cálcio tanto na forma ionizada, como na não ionizada, na solução (DUARTE 2010).

A obturação tridimensional do canal radicular é essencial para impedir a reinfecção e penetração de micro-organismos e suas toxinas. Várias técnicas têm sido propostas com o intuito de se alcançar uma boa adaptação do material obturador às paredes do canal radicular. Entre essas técnicas, as mais utilizadas são as de termoplastificação da guta-percha, condensação lateral e cone único.

A técnica da condensação lateral é, ainda, amplamente utilizada pelos profissionais, por ser uma técnica simples e de fácil execução, ensinada na maioria das escolas e que pode ser aplicada em muitos casos. Entretanto, pode ser responsável pela formação de gaps entre os cones de guta-percha, e entre o cimento e as paredes do canal (PETERS, 1986), sendo sua qualidade dependente do formato do canal radicular (KERSTEN et al., 1987). Ainda, há o risco de fratura vertical da raiz durante a compactação (LERTCHIRAKARN; PALAMARA; MESSER, 1999).

A técnica do cone único, há tempos em desuso, foi recentemente popularizada em razão da introdução de cones de maior conicidade, que coincide com a geometria dos instrumentos dos sistemas rotatórios. A obturação com esses cones, por meio da técnica do cone único, proporcionaria uma obturação tridimensional, em menos tempo, do que as técnicas tradicionais (GORDON; LOVE; CHANDLER 2005; ROMANIA et al., 2009; SCHAFER; NELIUS; BURKLEIN, 2012).

A qualidade da obturação dos canais radiculares pode ser avaliada por vários métodos. A avaliação radiográfica, embora seja um método simples e de fácil execução, apresenta limitações impostas pela orientação do dente e angulação do feixe de raios X, que pode resultar em uma aparência radiográfica aceitável de uma obturação mal condensada ou

adaptada (KERSTEN et al., 1987). Os testes de infiltração bacteriana e de corante fornecem informações comparativas das técnicas obturadoras, mas, muitos não conseguem mostrar diferenças clínicas significantes. Ainda, nenhuma técnica de obturação é impermeável à infiltração (WU; WESSLINK 1993; CAMPS; PASHLEY 2003) e, muitas vezes, produzem resultados controversos, tornando difícil mensurar a quantidade real de infiltração.

A avaliação da qualidade da obturação pela análise da secção transversal do espaço ocupado pela guta-percha, cimento e presença de espaços vazios, por meio do microscópio óptico ou estereomicroscópio, tem sido feita por vários autores (SILVER; LOVE; PURTON 1999; WU; OZOK; WESSELINK, 2000; WU et al., 2001; HEMBROUGH; STEIMAN; BELANGER, 2002; GORDON, LOVE e CHANDLER, 2005; DE-DEUS et al., 2006; DE-DEUS et al., 2008; TASDEMIR et al., 2009; MARCIANO et al., 2010; MARCIANO et al., 2011, SCHAFER; NELIUS; BURKLEIN, 2012; SCHAFER; KOSTER; BURKLEIN, 2013, ROSETTO et al., 2014, SAMADI et al., 2014).

O estereomicroscópio proporciona uma visualização tridimensional da superfície a ser examinada, não requer pré-tratamento da amostra e, associado a um software específico, elimina erros humanos na interpretação dos parâmetros (ANATULA, GANTA; 2011).

A microscopia confocal a laser permite avaliar a interface cimento/ parede do canal por meio da análise da capacidade de penetração, em profundidade, nos túbulos dentinários dos diferentes cimentos (ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009; MARCIANO et al., 2011). No entanto, esse método não permite quantificar e medir espaços vazios ao longo da obturação, uma vez que, a guta-percha apresenta a mesma fluorescência do espaço vazio, dificultando a diferenciação entre eles.

Os cimentos MTA Fillapex e o Sealapex, utilizados no presente estudo, apresentam alta solubilidade (BORGES et al., 2012; VIAPIANA et al., 2014), sendo assim, é de se esperar que quando em contato com a água, por um longo período de tempo, ocorra a solubilização e desintegração dos mesmos, levando à formação de espaços vazios. Lembrando que a solubilidade do cimento está diretamente relacionada com o aumento de pH e liberação de íons cálcio, era de se esperar que, ao longo do tempo, houvesse um aumento daquelas duas propriedades, bem como o aparecimento de espaços vazios, principalmente nas regiões apicais das obturações. Assim, o ideal seria que a análise da qualidade das obturações fosse feita imediatamente após a execução das mesmas e ao final do período. Contudo, para que essa análise seja possível nos dois momentos, os espécimes necessitam ser conservados

intactos. A microtomografia computadorizada seria a ferramenta indicada para tal fim. Entretanto, devido à radiopacidade das obturações e ao poder de resolução do microtomógrafo, artefatos técnicos podem acontecer e causar prejuízos para a análise (ZASLANSKY et al., 211). Em face da limitação do poder de resolução do microtomógrafo situado no laboratório da Endodontia/FOB, esta análise não pôde ser efetuada. Dessa forma, optou-se pela análise em estereomicroscopia que, pelas próprias características, isto é, pela destruição do espécime, só pôde ser realizada ao final do período experimental.

6.2 DOS RESULTADOS

Quanto ao pH, o cimento AH Plus apresentou pH entre 6,2 e 7,65, com pico de liberação no período de 180 dias, quando utilizado em canal radicular com forame de diâmetro 25, independente da técnica de obturação utilizada (Tabelas 2 e 3). No entanto, quando utilizado em canais com forame de calibre 45, independente da técnica de obturação utilizada, o cimento AH Plus apresentou valores de pH superiores a 7, sem exceder o valor de 7,66 (Tabelas 4 e 5). Esses valores também foram encontrados por Duarte et al. (2004), em que o AH Plus apresentou valores entre 7,10-7,76 nos períodos de 1 hora a 30 dias. Valores semelhantes também foram encontrados por Candeiro et al. (2012), Faria-Júnior et al. (2013) e Viapiana et al. (2014). Kuga et al. (2014) encontraram valores entre 6 e 8 nos períodos de 1 a 7 dias. Silva et al. (2013) encontraram valor de pH igual a 7 no período de 3 horas e 6,9 entre 1 e 7 dias. Massi et al. (2011) encontraram os menores valores de pH para o cimento AH Plus (4,0 - 6,14). Dessa forma, os valores encontrados no presente estudo não se encontram distantes daqueles citados na literatura, em relação ao AH Plus.

O cimento MTA Fillapex, assim como o AH Plus, também apresentou pico de liberação aos 180 dias. Quando utilizado para obturar canais de forames tamanho 25, independente da técnica obturadora, o pH variou entre 6,26 e 7,79 (Tabelas 2 e 3). Quando utilizado em dentes com forame de diâmetro 45, houve uma maior liberação de ions hidroxila, em todos os períodos, não excedendo o valor de 7,75 (Tabelas 4 e 5). Os poucos estudos na literatura que analisaram o pH do MTA Fillapex, encontraram valores superiores aos encontrados no presente estudo. Vitti et al. (2013) encontraram pH igual a 9, com redução após 14 dias. Faria-Júnior et al. (2013), Viapiana et al. (2014) e Kuga et al. (2014) encontraram valores em torno de 10. No estudo de Silva et al. (2013), o MTA Fillapex

apresentou pH inicial de 9,6 que decresceu ao longo dos períodos, atingindo valor de 7,76 no período de 7 dias.

O cimento Sealapex, apresentou valores de pH ligeiramente superiores em relação ao AH Plus e MTA Fillapex, e também, da mesma forma que eles, a liberação foi maior quando utilizado em canais radiculares com forame de diâmetro 45, independente da técnica obturadora utilizada (Tabelas 4 e 5). Esses valores variaram entre 6,47 - 7,55 quando utilizado em canais com forame 25 (Tabela 2 e 3) e, entre 7,23 – 8,26 quando utilizado em forame de calibre 45 (Tabela 4 e 5). Siqueira, Fraga e Garcia (1995) encontraram valores ao redor de 12 entre 30 minutos e 7 dias. No entanto, seus corpos de prova foram confeccionados somente com o próprio cimento e imersos diretamente em água. Com essa metodologia, o material é inteiramente solubilizado, resultando em altos valores de pH. No estudo de Duarte et al. (2000), o Sealapex apresentou altos valores de pH, sendo que aos 30 dias houve um pico de liberação na ordem de 10,99. De acordo com os autores, esse alto valor de pH é devido à alta solubilidade do Sealapex após a presa. Eldeniz et al. (2007), relataram valores entre 8 e 9. No entanto, durante a obturação dos canais, o cimento era levado até a abertura foraminal de forma a preenchê-la totalmente com o cimento. Silva et al. (1997), Bae et al. (2011) e Faria-Júnior et al. (2013) também encontraram valores superiores aos do presente estudo.

Essa menor liberação de íons hidroxila, encontrada no presente estudo, quando comparada aos resultados de estudos anteriores, certamente, reside na diferença da metodologia. Neste estudo, os cimentos foram utilizados em associação com cones de gutapercha. Quando obturados, os canais apresentam no limite apical, mais especificamente, na região do batente apical, gutapercha e uma pequena porção de cimento. Esse fator, por si só, já diminui a quantidade de cimento no interior do canal radicular. Ainda, os tamanhos dos forames foram padronizados em 0,25 mm e 0,45mm de diâmetro. Altos valores de pH foram observados nos estudos que utilizaram tubos de polietileno de 1mm de diâmetro (CANDEIRO et al., 2012; SILVA et al., 2013; VIAPIANA et al., 2014), 1,5 mm (DUARTE et al., 2004; MASSI et al., 2011; KUGA et al., 2014), 2 mm (DUARTE et al., 1996), 3,175 (BAE et al., 2011) e 4mm (DUARTE et al., 2000). Além dos tubos de polietileno, alguns estudos utilizaram corpos de prova confeccionados com o próprio cimento com diâmetros de 6 mm (SILVA et al., 1997), 7mm (TAGGER; TAGGER; KFIR, 1988; FARIA-JÚNIOR et al., 2013) e 8mm (VITTI et al., 2013). Esses métodos fazem com que uma grande área de contato do cimento seja exposta ao líquido de imersão; muito maior, quando comparada ao método utilizado no presente estudo. Quando da utilização de corpos de prova de grandes diâmetros e

imersão imediata, ocorre uma solubilização superficial dos materiais, sem os mesmos terem atingido seu tempo de presa, resultando em valores de pH bem acima dos que realmente podem ser encontrados clinicamente.

A constatação de que os espécimes do grupo controle (dentes com canais instrumentados, mas, não obturados) proporcionaram valor de pH de 6,9, permite que algumas conjecturas sejam elaboradas. Partindo do princípio de que a água onde foram imersos todos os espécimes, não importando o grupo, possuía um pH de 6,9, e que a imersão dos espécimes do grupo controle não provocou alteração no pH da água, poder-se-ia esperar que nos grupos experimentais houvesse aumento do pH, principalmente naqueles espécimes obturados com cimentos, comprovadamente, capazes de produzir pH alcalino. Paradoxalmente, o que se observou, em alguns períodos, principalmente nos iniciais, foi a ocorrência de valores de pH menores, numericamente, do que os observados no grupo controle. Assim, fica a interrogação do por que de tal fato. Uma pergunta surge! Durante a execução das obturações, poderia ter ocorrido a segregação de algum líquido, componente do cimento, e permanecido no segmento apical? Seria, esse líquido, ligeiramente ácido, com capacidade para diminuir o pH da água? Durante a reação de polimerização das resinas há formação de subprodutos, que podem provocar a liberação de radicais livres, ou aminas livres e, conseqüentemente, alterar, para menos, o valor o pH do meio. São indagações difíceis, se não impossíveis de serem respondidas, no momento. Pesquisas bem conduzidas, avaliando as propriedades biológicas de cimentos (LEONARDO et al., 2007; SILVA-HERZOG et al., 2011; ZMENER et al., 2012; TAVARES et al., 2013), têm concluído que os três cimentos, testados neste trabalho, induziram reações histopatológicas adversas quando considerados os períodos iniciais. E, ainda, apresentaram-se citotóxicos e genotóxicos nos períodos iniciais (BELTES et al., 1995; LEYHAUSEN et al., 1999; SCELZA et al., 2012; YOSHINO et al., 2013; SILVA et al., 2013).

Por outro lado, ficou evidente a relação positiva do diâmetro do forame com os valores de pH, liberação de cálcio e a quantidade de cimento nas obturações, principalmente em relação à técnica do cone único.

Com relação à liberação de íons cálcio, no presente estudo, as soluções em que estavam presentes o grupo controle (dentes instrumentados, mas não obturados), apresentaram presença de cálcio na média de 2,25 mg/L. O cimento AH Plus, quando comparado ao grupo controle liberou pequena quantidade de íons cálcio, exceto apenas para o período de 1 ano, em

que foi detectada maior liberação de íons cálcio quando utilizado em canais com forame de tamanho 45 (tabelas 8 e 9). Duarte et al. (2004) encontraram para o AH Plus, valores na média de 0,10mg/dL, assim como Candeiro et al. (2012). Viapiana et al. (2014) detectaram valores entre 0,24 – 1,54 entre os períodos de 1 a 28 dias. Borges et al. (2012) encontraram liberação de 2,07 mg/L. Os autores relataram que essa liberação não foi significativa, provavelmente, porque o cálcio do tungstato não é legível em água. Massi et al. (2011), encontraram valores próximos, e até mesmo ligeiramente superiores ao do presente estudo, numa faixa entre 0,45 a 17,45 mg/L, nos períodos entre 3 horas e 28 dias. Esses autores afirmaram que essa ocorrência pode ser atribuída à dissolução do cimento e liberação do tungstato de cálcio presente na composição do AH Plus.

No presente estudo, a leitura do cálcio foi realizada por meio do espectrofotômetro de absorção atômica. Esse aparelho detecta o cálcio nas formas, ionizada e não ionizada, assim, independente da forma como o cálcio se apresenta na solução, ele será detectado. O aumento da liberação de íons cálcio no período de 1 ano para o AH Plus, pode estar relacionado ao maior tempo de contato do material com a água.

Borges et al. (2012), ao avaliarem a superfície externa do cimento AH Plus, antes do teste de solubilidade, observaram uma estrutura homogênea e compacta. Após o teste de solubilidade, foi constatada uma estrutura irregular com a presença de poros com aumento dos teores de oxigênio, cálcio e tungstênio na superfície externa. A superfície interna apresentou redução do teor de cálcio. Dessa forma, será que essa alteração de superfície compacta para irregular e porosa, poderia evidenciar perda de material e, conseqüentemente, presença de cálcio no líquido de imersão?

Viapiana et al. (2014), analisaram amostras do AH Plus, por meio do MEV, em duas condições: imediatamente após a presa e após 28 dias de imersão em solução balanceada de Hanks. Eles observaram, em ambas as condições, que o AH Plus era composto por uma matriz de resina com partículas de aproximadamente 10µm de cálcio e tungstato intercaladas com pequenas partículas de zircônio.

No presente estudo, o MTA Fillapex apresentou liberação de íons cálcio superior ao AH Plus, com pico de liberação no período de um ano quando utilizado em forame de diâmetro 45 e obturação pela técnica do cone único (tabela 9). Vitti et al (2013) encontraram valores superiores aos do presente estudo nos períodos de 1 e 7 dias e semelhante no período de 30 dias. Este estudo também apresentou valores superiores em relação ao estudo de

Viapiana et al. (2014) nos períodos de 1, 3 e 30 dias. Quando comparado ao estudo de Kuga et al. (2014), os valores, do presente estudo, no período de 1 dia, foram superiores. No entanto, nos períodos de 7 e 30 dias, os valores foram similares, quando o MTA Fillapex foi utilizado na técnica do cone único. Borges et al. (2012) encontraram valor de 144,40 mg/L, no entanto, o corpo de prova era constituído com o cimento com 7,75mm de diâmetro.

Na literatura, há poucos trabalhos que avaliaram o pH e a liberação de íons cálcio do cimento MTA Fillapex, por se tratar de um produto lançado no mercado há pouco tempo. O MTA Fillapex apresenta uma matriz rica em partículas de cálcio e silício, intercaladas com pequenas partículas de bismuto e com alto grau de porosidade (VIAPIANA et al., 2014). No estudo de Borges et al. (2012), verificou-se que a superfície do corpo de prova, antes do teste de solubilidade, apresentava-se irregular, porém, compacta. Após o teste de solubilidade, o cimento manteve-se irregular, porém, com formação de fissuras e poros na matriz resinosa. Os autores sugeriram que a presença de fissuras e poros, provavelmente, leva à absorção de água no interior da matriz. Essa absorção pode ocasionar a expansão da estrutura e, conseqüentemente, maior área de exposição, facilitando a liberação de íons cálcio. Ainda, os resultados obtidos por meio do EDS-X, por Borges et al. (2012), evidenciaram que houve perda de matriz polimérica nas superfícies interna e externa do MTA Fillapex, aumentando a exposição de íons cálcio e, conseqüentemente, facilitando sua liberação.

No presente estudo, o Sealapex mostrou valores de liberação superiores ao AH Plus e ligeiramente superiores ao MTA Fillapex (tabelas, 6, 7, 8, 9). Além de esse material possuir grande quantidade de cálcio em sua composição (SAMPAIO et al., 2014), apresentou, no presente estudo, maior porcentagem de cimento em relação aos outros dois cimentos a 2mm do forame (tabela 10). Ainda, uma razão para as diferenças na liberação de íons cálcio entre os cimentos, é que ela pode estar relacionada às diferentes porcentagens de hidróxido de cálcio liberável na composição ou, ainda, às propriedades intrínsecas do material em si, que influencia as diferentes reações químicas interferindo na liberação (ELDENIZ et al., 2007). Os valores de cálcio encontrados no presente estudo, ainda foram superiores aos encontrados em alguns estudos, como de Tagger, Tagger e Kfir (1988), Duarte et al. (2000) e Eldeniz et al. (2007), e inferiores aos encontrados por Bae et al. (2011) e Borges et al. (2012).

Tagger, Tagger e Kfir (1988) encontraram valores entre 0,52 – 2,38 nos períodos entre 15 minutos e 1 hora e 45 minutos. No período de 2 horas não foi possível realizar a leitura, pois, ocorreu a desintegração do espécime. Duarte et al. (2000) encontraram valores inferiores

nos períodos de 1 hora e 7 dias, sendo que no período de 30 dias, essa liberação foi maior à encontrada no presente estudo. O Sealapex é altamente solúvel após sua presa (48 horas) e isto beneficia a liberação de íons cálcio (Duarte et al., 2000).

Eldeniz et al. (2007) encontraram valores de liberação de 2 – 16 mg/dL nos períodos compreendidos entre 1 hora e 28 dias, com maior pico de liberação aos 28 dias. Segundo os autores, o Sealapex apresenta uma matriz porosa e pobremente formada, com baixa estabilidade dimensional e alta absorção de água. Dessa forma, ocorre o ingresso de água na matriz ao longo do tempo, causando degradação do material. Os autores sugeriram que essa degradação pode ser a causa da alta solubilidade que, consequentemente, influencia positivamente na liberação de íons cálcio. Ainda, eles relatam que a dissolução do cimento é limitada porque a área de superfície do cimento, quando exposta aos fluidos tissulares, é restrita.

Bae et al. (2011), encontraram valores entre 20 – 30 mg/L nos períodos entre 1 hora e 28 dias. Já, Borges et al. (2012) encontraram 61,07 mg/L de cálcio liberado pelo Sealapex. Nesse estudo, o Sealapex apresentou alta porcentagem de liberação de íons cálcio, visto por meio do EDS-X, tanto na superfície interna como na externa. No entanto, os autores verificaram que em ambas as superfícies, após a imersão em água, houve diminuição dos teores de oxigênio e cálcio. Se a porcentagem de cálcio diminui na estrutura do cimento, provavelmente, esse cálcio estará disponível no líquido de imersão.

Pôde-se observar, neste estudo, que quando as análises foram feitas nos espécimes com forames de diâmetro 45 e obturações pela técnica do cone único, a liberação de íons hidroxila (tabela 5) e cálcio (tabela 9) foram superiores à observada nos espécimes com forames de calibre 25 e canais obturados pela técnica da condensação lateral (tabelas 2 e 6). A análise das tabelas 11 e 12 mostra que a quantidade de cimento encontrada nos 2 mm apicais dos dentes com canais com forames de diâmetro 45 e obturados pela técnica do cone único, mostrou-se maior em relação aos espécimes de diâmetro 25. Isso demonstra que, quanto maior a área de contato do material (diâmetro 45) com o fluido, e quanto maior a quantidade de cimento, maior a sua exposição ao líquido e, consequentemente, maior liberação de íons.

No entanto, para que a liberação ocorra é necessário que o material possua cálcio em sua composição. Por outro lado, a simples presença do cálcio não é garantia de sua liberação. Além de sua exposição aos líquidos ou fluidos tissulares, o material necessita sofrer solubilização.

Dessa maneira, a necessidade dos cimentos endodônticos apresentarem solubilidade para que ocorra a liberação de íons cálcio e hidroxila, para que possam exercer seus efeitos terapêuticos, suscita a dúvida de que se tal fato não colocaria em risco a integridade da obturação, diminuindo ou anulando sua capacidade seladora com o passar do tempo, proporcionando aparecimento de gaps e/ou espaços. No entanto, no presente estudo, os espécimes mostraram, após o período de 1 ano, em análise feita por meio da estereomicroscopia, ausência ou porcentagem mínima de espaços vazios (figuras 29-40).

No presente estudo, foram utilizadas as técnicas da condensação lateral e do cone único, com o intuito de avaliar se uma maior porcentagem de cimento poderia influenciar em uma maior liberação de íons cálcio e hidroxila, uma vez que, na técnica do cone único a porcentagem de cimento mostrou-se maior do que na técnica da condensação lateral em alguns estudos (WU; OZOK; WESSELINK, 2000; MARCIANO et al., 2011; SCHAFER; NELIUS; BURKLEIN, 2012). De acordo com os resultados, deste estudo, a técnica do cone único apresentou maior porcentagem de cimento quando comparada à técnica da condensação lateral (tabela 11). No entanto, os valores de pH e cálcio, foram similares para ambas as técnicas, mostrando que a técnica de obturação não influenciou nessas propriedades.

A maioria dos cimentos contrai após a presa e sofre dissolução ao longo do tempo (KONTAKIOTIS et al., 1997; SCHAFER; ZANDBIGLARI, 2003), enquanto que a guta-percha é dimensionalmente estável (WU; OZOK; WESSELINK, 2000). Por esse motivo, as porcentagens de guta-percha e cimento têm sido utilizadas para avaliar a qualidade da obturação (JARRETT et al., 2004; DE-DEUS et al., 2006; DE-DEUS et al., 2008; WU; OZOK; WESSELINK, 2000; GORDON; LOVE; CHANDLER, 2005; SCHAFER; NELIUS; BURKLEIN, 2012; SCHAFER; KOSTER; BURKLEIN, 2013; MARCIANO et al., 2011).

No presente estudo, na técnica da condensação lateral, não houve diferença estatisticamente significativa quando se utilizou cone de tamanho 40 (0.02) e cone de tamanho 60 (0.02), em relação à porcentagem de cimento, guta-percha e espaços vazios a 2, 4 e 6 mm do forame (figuras 17, 21 e 25). No entanto, quando utilizados na técnica do cone único, houve diferença significativa na porcentagem de cimento, a 2mm (figura 18). Os espécimes obturados com o cone 40 (0.04) apresentaram uma menor porcentagem de cimento em relação aos obturados com o cone 60 (0.04) (figura 18).

Quando o cone de tamanho 40 foi utilizado, em ambas as técnicas, houve diferença significativa apenas a 6mm, em relação à porcentagem de cimento e guta-percha (figuras 19 e

23). A técnica do cone único apresentou maior porcentagem de cimento e menor porcentagem de guta-percha em relação à técnica da condensação lateral. Quando da utilização do cone de tamanho 60, em ambas as técnicas, houve diferença significativa a 2 e 4mm (figura 20). A técnica do cone único apresentou maior porcentagem de cimento, em relação à técnica da condensação lateral (figura 20). O método de inserção e o volume de cimento foram os mesmos para ambas as técnicas. No entanto, durante a condensação lateral, no momento da inserção do instrumento condensador, provavelmente, deve ter ocorrido o deslocamento lateral do cimento, permitindo um melhor ajuste do cone. Assim, a taxa de cobertura de cimento pode ser influenciada pela dimensão da condensação lateral. Assim, o aumento na dimensão da condensação da guta-percha pode resultar em uma menor cobertura de cimento (WU; OZOK; WESSELINK, 2000).

Essas diferenças, no presente estudo, podem estar relacionadas à anatomia radicular que, por mais que tenha sido padronizada inicialmente, por meio da microtomografia computadorizada, considerando que, nem mesmo a técnica manual de instrumentação e os sistemas rotatórios não conseguem padronizar a anatomia, alguma variação pode ter ocorrido. Pode-se, ainda, pressupor algo sobre a standardização dos cones de guta-percha, talvez, não reproduzindo fielmente o formato do instrumento endodôntico utilizado no preparo final dos canais radiculares.

Os resultados do presente estudo corroboram com os de outras pesquisas (WU; OZOK; WESSELINK, 2000; MARCIANO et al., 2011; SCHAFER; NELIUS; BURKLEIN, 2012). Wu; Ozok; Wesselink (2000) encontraram maior porcentagem de cimento, nos níveis apical e médio, no perímetro dos canais obturados pela técnica do cone único do que aqueles obturados pela técnica da condensação lateral. No entanto, a 6 mm, os canais obturados pela técnica da condensação lateral, apresentaram maior porcentagem de cimento. Marciano et al., 2011, encontraram que a 2 e 4 mm, a porcentagem de cimento foi maior nos espécimes obturados pela técnica do cone único quando comparada à condensação lateral, no entanto, a 6 mm não houve essa diferença. Não houve diferença entre as duas técnicas em relação à porcentagem de guta-percha a 2, 4 e 6 mm. No entanto, os espécimes foram avaliados por meio da microscopia confocal a laser.

No estudo de Schafer, Neliuss e Burklein (2012), a técnica do cone único apresentou valores significativamente menores de área preenchida por guta-percha e valores maiores para

o cimento. A técnica da condensação lateral foi realizada em dois grupos, um grupo utilizou cone principal standardizado (35/0.02) e o outro utilizou cone 35/0.04.

Tasdemir et al. (2009), avaliaram a porcentagem de guta-percha e, diferente do presente estudo, encontraram maior porcentagem de guta-percha nos canais obturados pela técnica do cone único, a 2 mm do ápice, em relação aos canais obturados pela técnica da condensação lateral. No entanto, a 4 mm não houve diferença entre os grupos. Também, Schafer, Koster e Burklein (2013) encontraram, a 2 e 4 mm, menor porcentagem de cimento nos espécimes obturados pela técnica do cone único do que pela técnica da condensação lateral.

Diversos estudos relataram resultados similares entre as técnicas da condensação lateral e cone único. Gordon, Love e Chandler (2005) não encontraram diferenças significantes entre as técnicas do cone único e condensação lateral. Sob os parâmetros do estudo, eles relataram porcentagem similar de área preenchida por guta-percha quando obturaram blocos de resina e canais curvos utilizando cone 0.06/35, com ambas as técnicas. No entanto, diferente do presente estudo, eles utilizaram canais radiculares e blocos com certo grau de curvatura.

Da mesma forma, Romania et al. (2009) encontraram porcentagem de guta-percha e cimento similares, quando os canais foram obturados com diferentes tipos de cones (.02.30, .04.30 e F3) utilizando as técnicas da condensação lateral e cone único. Os valores encontrados para a porcentagem de cimento e guta-percha, não se encontram distantes dos encontrados no presente estudo.

A quantidade de cimento no interior do canal radicular parece ser mais influenciada pelo processo de condensação e pelas propriedades físicas do cimento do que pela quantidade inserida (ØRSTAVIK 1982, HALL et al., 1996; WEIS; PARASHOS; MESSER, 2004). Portanto, os resultados desses estudos não podem ser diretamente comparados entre si e, nem com os do presente estudo, devido às diferenças na metodologia, anatomia dos canais radiculares, variabilidade do operador e cimentos empregados.

Em relação à porcentagem de cimento, em função do cimento endodôntico utilizado, houve diferença estatisticamente significativa a 4 mm entre os cimentos AH Plus (19,84%) e MTA Fillapex (12,64%) (tabela 10) e entre o MTA Fillapex (12,64%) e o Sealapex (21,81%) (tabela 10). A 6 mm houve diferença estatisticamente significativa entre os cimentos AH Plus

(22,82%) e MTA Fillapex (16,12%) (tabela 10). Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os cimentos a 2 mm do forame (tabela 10). Se forem levadas em consideração estas porcentagens de cimento, pode-se observar que esta variável, pode estar relacionada diretamente com os resultados obtidos na liberação de íons hidroxila e cálcio, pois, o cimento Sealapex apresentou maior quantidade de cimento e, conseqüentemente, maior liberação desses íons. Ainda, em relação aos diferentes cimentos, esses valores podem ser explicados em razão da anatomia radicular que, por mais que tenha sido padronizada, escolhendo-se o mesmo grupo dentário e selecionando por meio da microtomografia computadorizada o tipo de canal radicular (reto, estreito e sem canais laterais), as variações anatômicas sempre estão presentes.

Considerando o tamanho do diâmetro foraminal (25 e 45), não houve diferença estatisticamente significativa em relação à quantidade de cimento, guta-percha e espaços vazios a 2, 4 e 6 mm do forame (tabela 12). Entretanto, os espécimes de forame 45 apresentaram maior porcentagem de cimento a 2 e 4 mm (tabela 12), e isso pode estar relacionado, com a maior liberação de íons hidroxila e cálcio desses espécimes, em relação aos de forame 25.

Em relação à porcentagem de espaços vazios, os resultados das análises mostraram que houve uma pequena porcentagem de espaços vazios, independente dos cimentos e técnicas utilizados (figuras 25-28). A análise estatística não demonstrou diferenças significantes entre os grupos. Os espaços vazios foram observados com maior frequência a 4 mm e 6 mm do forame (figuras 25-28). Esse fato pode estar relacionado à maior amplitude desses terços, que leva a uma pobre adaptação dos cones de guta-percha e, conseqüentemente, a uma maior quantidade de cimento, aumentando a possibilidade de aparecimento de espaços vazios.

6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que os valores de pH tiveram um significativo aumento aos 180 dias para os cimentos AH Plus e MTA FillApex. Considerando as composições químicas de cada cimento, embora todos possam ser considerados como resinosos, seus comportamentos e bases não são iguais; nem mesmo as demais substâncias que os compõem. O AH Plus, além de outros componentes, tem o tungstato de cálcio como seu principal

radiopacificador. A totalidade das pesquisas sobre sua solubilidade concluiu ser ele um material que apresenta um mínimo de solubilidade, portanto, sua capacidade de liberar íons hidroxila ou de cálcio é quase que nula, considerando a metodologia proposta para o teste de solubilidade. Este cimento, quando acondicionado em bisnagas, sofre processo de segregação durante o armazenamento, fazendo com que grande parte do líquido que compõe a pasta, principalmente a pasta B (catalisadora), se deposite nas porções iniciais da bisnaga. Tal ocorrência provoca um desequilíbrio na proporção pó/líquido, vindo a alterar algumas propriedades físico-químicas. Embora porções de pastas retiradas do início, meio e final das bisnagas tenham provocado alterações no tempo de presa, escoamento e radiopacidade, a sua solubilidade não sofreu interferência, permanecendo mínima (BALDI et al., 2012). Neste pormenor, há que se considerar que, para a realização do teste de solubilidade, o cimento só é imerso no líquido depois de haver decorrido o período de três vezes o seu tempo de presa, ali permanecendo por uma semana. Considerando que os valores de pH tiveram um grande aumento aos 180 dias, surge a dúvida sobre a insolubilidade do AH Plus quando analisado em tempos prolongados. Silva Neto et al.* encontraram um aumento significativo na infiltração de fluido em obturações de canais realizadas com este cimento, considerando o espaço de tempo de 60 para 180 dias.

O cimento MTA Fillapex também é constituído por uma base resinosa, possuindo em sua composição o cimento Portland. Este é o componente principal do cimento MTA, cujas propriedades biológicas se assemelham às do hidróxido de cálcio, isto é, segundo Holland et al. (2001), o mecanismo de ação do MTA é semelhante ao do hidróxido de cálcio. Na verdade, o MTA possui em sua composição, além de outras substâncias, o óxido de cálcio. Este, quando em contato com a umidade se expande e se transforma em hidróxido de cálcio. Portanto, para que o óxido de cálcio presente no cimento Portland do cimento MTA Fillapex se transforme em hidróxido de cálcio, necessita entrar em contato com a umidade. Isto só ocorrerá se o cimento sofrer alguma solubilização quando exposto aos fluidos. É neste ponto que reside a grande diferença entre o cimento MTA, cujo pó, ao ser misturado com água se geleifica e sofre o processo de cura, endurecendo e, o cimento Fillapex, cuja base é resinosa e não fornece umidade para que o óxido de cálcio do cimento Portland se transforme em hidróxido de cálcio.

* comunicação pessoal

O cimento Sealapex é conhecido pela sua alta solubilidade, que influencia na liberação de íons cálcio e hidroxila. No presente estudo ocorreu um padrão de liberação ao longo do tempo, com um pico no período de um ano, quando utilizado pela técnica do cone único em canal com diâmetro de forame correspondente ao da lima do tipo K número 45. Estes dois fatores podem ter tido influência nessa maior liberação, pela maior faixa de cimento exposto, em relação aos outros grupos (condensação lateral em forames de tamanho 25 e 45 e, cone único em forame tamanho 25). No entanto, era de se esperar valores superiores de liberação, uma vez que, além da alta solubilidade, o Sealapex possui em sua composição o óxido de cálcio, que por ser uma base muito solúvel, libera grandes quantidades de íons cálcio e hidroxila. Leonardo et al. (2007) e Silva-Herzog et al. (2011), sugeriram que as alterações na fórmula original do Sealapex, poderiam afetar negativamente sua biocompatibilidade. Dessa forma, será que essa alteração não poderia também afetar suas propriedades químicas? É um questionamento a ser respondido.

A metodologia utilizada nesta pesquisa, principalmente, em relação à determinação do pH e liberação de íons cálcio, utilizando dentes com canais obturados teve o objetivo de se aproximar, ao máximo, das condições reais do efeito do cimento, *in situ*. Os cortes realizados a dois milímetros do forame apical permitiram detectar uma ínfima quantidade de cimento em quaisquer dos grupos. O ideal seria que os cortes fossem realizados na altura do batente apical, porém, dificuldades técnicas o impediram. Partindo da premissa de que a dois milímetros existia quantidade mínima de cimento, é de se esperar que no nível do batente apical ela possa ser menor, ainda. Os resultados comprovaram que o pH só teve seus valores aumentados após períodos de análise mais longos. Aqui, também, se percebe outra diferença em relação às metodologias, geralmente, utilizadas; onde as medições daquela propriedade são realizadas em tempos mais curtos. A utilização de tempos mais alongados permite aquilatar o desempenho dos materiais, também, em relação à desintegração ou solubilidade, principalmente dos cimentos. As metodologias, geralmente utilizadas, principalmente o acondicionamento do cimento em tubos de diâmetros bem acima da média dos diâmetros dos canais, oferecem uma área maior de contato do cimento ou material, com o meio, ocasionando maior solubilidade ou desintegração. Este fato, quando associado à maior quantidade exposta de material e às características físicas do mesmo, facilitaria a liberação de íons cálcio e hidroxila. Embora, não se tenha detectado diferenças estatísticas em muitos casos, numericamente, foi possível reconhecer a influência do diâmetro do batente ou do forame

apical nos valores de pH, bem como na quantidade de cimento. Não se pode, também, descartar as técnicas obturadoras.

Os resultados deste trabalho remetem a indagações muito importantes e de grande profundidade. Assim, é lícito perguntar: pode-se esperar que um cimento obturador, tido como possuidor de altos valores de pH e de grande liberação de íons cálcio, quando avaliado nos testes rotineiramente utilizados, tenha o mesmo desempenho em situações clínicas? Por outro lado, a desintegração ou solubilidade do cimento, detectadas por meio da metodologia indicada para tal, têm influência no selamento, bem como, nos valores de pH ou na integridade da obturação? Em alguns grupos, os valores de pH aumentaram a partir de 180 dias, inclusive, no grupo com canais obturados com o cimento AH Plus, que é tido como, praticamente, insolúvel. Interpretando por este lado, fica a impressão de que a insolubilidade do AH Plus não resiste ao tempo. Em compensação, o cimento MTA Fillapex, tido como de alta solubilidade, teve, praticamente, o mesmo comportamento do cimento AH Plus. Considerando o cimento Sealapex, também, tido como de alta solubilidade e grande fornecedor de íons cálcio e de altos valores de pH, mesmo que, numericamente, tenha apresentado maior quantidade de cimento, e altos valores de liberação de íons cálcio aos 180 dias, em determinado grupo, a presença de espaços vazios não foi detectada. Este fato também coloca em questionamento o valor da solubilidade do cimento, quando de sua presença no interior do canal radicular, fazendo parte da massa obturadora.

Finalmente, analisando-se os resultados obtidos nesta pesquisa após o período de 01 ano, considerando os valores de pH e a liberação de íons cálcio, bem como a, praticamente, inexistência de espaços vazios na massa obturadora, nos cortes realizados a 2 mm do forame, fica a dúvida da ação dos cimentos sobre os tecidos quando as duas primeiras propriedades (pH e liberação de íons cálcio) são consideradas, como também, a importância da solubilidade dos cimentos usados na obturação endodôntica. Sem dúvidas, a solubilidade dos materiais obturadores pode influenciar no selamento e durabilidade da obturação endodôntica, estando este fato relacionado com a qualidade da mesma. Certamente, um cimento com capacidade de liberar íons cálcio e aumento de pH só poderá desempenhar suas propriedades se for exposto ao meio e se possuir solubilidade. A liberação de íons cálcio e aumento de pH têm sido citados como imprescindíveis para que ocorra o reparo da região afetada. Contudo, pairam dúvidas sobre o tempo para que ocorra o reparo e a manutenção da integridade da obturação em razão da solubilidade do material obturador. Em fim, só o aumento do pH e a liberação de íons cálcio não deveriam ser tidos como suficientes para a ocorrência do reparo. A qualidade

da obturação, a quantidade de cimento exposta ao meio e a solubilidade do mesmo necessitam ser tidas em conta. Não se pode esquecer que o pH ideal para o bom funcionamento da célula é o neutro. Um valor de pH muito acima do neutro, por um período prolongado, certamente, não permitirá que as células desempenhem, idealmente, suas funções.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados neste trabalho, de acordo com a metodologia empregada, permitem emitir as seguintes conclusões:

Em relação ao pH e liberação de íons cálcio o cimento Sealapex apresentou valores ligeiramente superiores aos cimentos AH Plus e MTA Fillapex. Quando utilizados em canais com forame de diâmetro 25, independente da técnica obturadora, os cimentos apresentaram pH neutro, porém, aos 180 dias, os valores mostraram um ligeiro aumento. Quando as obturações foram realizadas em canais com forame de diâmetro 45, o pH mostrou-se com valores maiores para todos os grupos, em todos os períodos, independente da técnica de obturação utilizada.

Todos os cimentos liberaram íons cálcio, em todos os períodos avaliados, com menores valores observados para o cimento AH Plus.

O diâmetro foraminal maior influenciou, positivamente, na liberação de íons cálcio e hidroxila, isto é, um maior diâmetro permite uma maior liberação desses íons.

A técnica do cone único apresentou maior porcentagem de cimento e uma menor porcentagem de guta-percha quando comparada com a técnica da condensação lateral. Não houve diferença entre as duas técnicas obturadoras, em relação à porcentagem de espaços vazios.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Almeida WA. Cimentos obturadores de canais radiculares. Avaliação histológica da resposta dos tecidos apicais e periapicais em dentes de cães após biopulpectomia. Estudo da infiltração apical marginal. 1999, 192p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 1999.

Anantula K, Ganta AK. Evaluation and comparison of sealing ability of three different obturation techniques - Lateral condensation, Obtura II, and GuttaFlow: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2011;14(1):57-61.

Anthony DR, Gordon TM, del Rio CE. The effect of three vehicles on the pH of calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1982;54(5):560-5.

Bae KH, Chang SW, Bae KS, Park DS. Evaluation of pH and calcium ion release in capseal I and II and in two other root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112(5): e23-28.

Baldi JV, Bernardes RA, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, Cavenago BC, Moraes IG et al. Variability of physicochemical properties of an epoxy resin sealer taken from different parts of the same tube. *Int Endod J*. 2012;45(10):915-20.

Beltes P, Koulaouzidou E, Kotoula V, Kortsaris AH. In vitro evaluation of the cytotoxicity of calcium hydroxide-based root canal sealers. *Endod Dent Traumatol*. 1995;11(5):245-9.

Bin CV, Valera MC, Camargo SE, Rabelo SB, Silva GO, Balducci I et al. Cytotoxicity and genotoxicity of root canal sealers based on mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2012;38(4):495-500.

Borges RP, Sousa-Neto MD, Versiani MA, Rached-Júnior FA, De-Deus G, Miranda CES et al. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. *Int Endod J*. 2012;45(5):419-28.

Brandão, G. Propriedades físico-químicas dos cimentos endodônticos resinosos Sealer 26, e dos experimentais, Sealer Plus e MPB, comparadas às do óxido de zinco e eugenol. 1999. 150p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 1999.

Caicedo R, von Fraunhofer JA. The properties of endodontic sealer cements. *J Endod*. 1988;14(11):527-34.

Çalt S, Serper A, Özçelik B, Dalat MD. pH changes and calcium ion diffusion from calcium hydroxide dressing materials through root dentin. *J Endod*. 1999;25(5):329-31.

Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod*. 2003;29(9):592-4.

Candeiro GT, Correia FC, Duarte MAH, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini G. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *J Endod*. 2012;38(6):842-45.

Case SL, O'Brien EP, Ward TC. Cure profiles, crosslink density, residual stresses and adhesion in a model epoxy. *Polymer* 2005;46:10831-40.

Chng HK, Islam I, Yap AU, Tong YW, Koh ET. Properties of a new root-end filling material. *J Endod*. 2005;31(9):665-8.

Cunha SA, Rached FJ Jr, Alfredo E, León JE, Perez DE. Biocompatibility of sealers used in apical surgery: a histological study in rat subcutaneous tissue. *Braz Dent J*. 2011;22(4):299-305.

Deal BF. Chemical and physical properties of MTA, Portland cement, and a new experimental material, Fast-Set MTA. *J Endod*. 2002;28(3):252./Abstract n. 70/.

De-Deus G, Gurgel-Filho ED, Magalhães KM, Coutinho-Filho T. A laboratory analysis of gutta-percha-filled area obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. *Int Endod J*. 2006;39(5):378-83.

De-Deus G, Murad C, Paciornik S, Reis CM, Coutinho-Filho T. The effect of the canal-filled area on the bacterial leakage of oval-shaped canals. *Int Endod J*. 2008;41(3):183-90.

Dow PR, Ingle JJ. Isotope determination of root canal failure. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1955;8(10):1100-4.

Duarte MAH. Avaliação in vitro do poder anti-séptico e pH de cimentos e pastas empregados na prática endodôntica. 1996. 134 p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 1996.

Duarte MAH. Avaliação de algumas propriedades físico-químicas do cimento AH Plus puro e acrescido de hidróxido de cálcio. 1999. 157 p. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 1999.

Duarte MAH. Comportamento biológico, físico e químico do cimento Portland associado a diferentes radiopacificadores. 2010. 207 p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2010.

Duarte MA, Demarchi AC, Giaxa MH, Kuga MC, Fraga SC, de Souza LC. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. *J Endod*. 2000;26(7):389-90.

Duarte MA, Demarchi AC, de Moraes IG. Determination of pH and calcium ion release provided by pure and calcium hydroxide-containing AHPlus. *Int Endod J*. 2004;37(1):42-5.

Duarte MA, Demarchi AC, Yamashita JC, Kuga MC, Fraga S de C. pH and calcium ion release of 2 root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003;95(3):345-7

Duarte MAH, Midena RZ, Zeferino MA, Vivan RR, Weckwerth PH, Dos Santos F et al. Evaluation of pH and calcium ion release of calcium hydroxide pastes containing different substances. *J Endod*. 2009;35(9):1274-7.

Eldeniz AU, Erdemir A, Kurtoglu F, Esener T. Evaluation of pH and calcium ion release of Acroseal sealer in comparison with Apexit and Sealapex sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007;103(3): e86-91.

Ersahan S, Aydin C. Solubility and apical sealing characteristics of a new calcium silicate-based root canal sealer in comparison to calcium hydroxide, methacrylate resin- and epoxy resin-based sealers. *Acta Odontol Scand*. 2013;71(3-4):857-62.

Esberard RM, Carnes Jr DL, del Rio CE. pH changes at the surface of root dentin when using root canal sealers containing calcium hydroxide. *J Endod*. 1996;22(8):399-401.

Estrela C, Pesce HF. Chemical analysis of the liberation of calcium and hydroxyl ions from calcium hydroxide pastes in connective tissue in the dog--Part I. *Braz Dent J*. 1996;7(1):41-6.

Estrela C, Sydney GB, Pesce HF, Felipe Júnior O. Dentinal diffusion of hydroxyl ions of various calcium hydroxide pastes. *Braz Dent J*. 1995;6(1):5-9.

Faria-Júnior NB, Tanomaru-Filho M, Berbert FLV, Guerreiro-Tanomaru JM. Antibiofilm activity, pH and solubility of endodontic sealers. *Int Endod J*. 2013;46(8):755-62.

Ferreira FBA, Silva e Souza P de A, do Vale MS, de Moraes IG, Granjeiro JM. Evaluation of pH levels and calcium ion release in various calcium hydroxide endodontic dressings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004;97(3):388-92.

Fidel, R. Estudo das propriedades físico-químicas de alguns cimentos obturadores dos canais radiculares contendo hidróxido de cálcio. 1993. 169 p. Dissertação (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 1993.

Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod*. 2007;33(7):856-8.

Flores DS, Rached FJ Jr, Versiani MA, Guedes DF, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Evaluation of physicochemical properties of four root canal sealers. *Int Endod J*. 2011;44(2):126-35.

Fuss Z, Rafaeloff R, Tagger M, Szajkis S. Intracanal pH changes of calcium hydroxide pastes exposed to carbon dioxide in vitro. *J Endod*. 1996;22(7):362-4.

Garrido AD, Lia RC, França SC, da Silva JF, Astolfi-Filho S, Sousa-Neto MD. Laboratory evaluation of the physicochemical properties of a new root canal sealer based on Copafiera multijuga oil-resin. *Int Endod J*. 2010;43(4):283-91.

Gomes BP, Pedroso JA, Jacinto RC, Vianna ME, Ferraz CC, Zaia AA, de Souza-Filho FJ. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of five root canal sealers. *Braz Dent J*. 2004;15(1):30-5.

Gomes-Filho JE, Bernabé PF, Nery MJ, Otoboni-Filho JA, Dezan-Júnior E, de Moraes Costa MM et al. Reaction of rat connective tissue to a new calcium hydroxide-based sealer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;106(2):e71-6.

Gomes-Filho JE, Watanabe S, Lodi CS, Cintra LT, Nery MJ, Filho JA et al. Rat tissue reaction to MTA FILLAPEX®. *Dent Traumatol*. 2012;28(6):452-6.

Gordon TM, Alexander JB. Influence on pH level of two calcium hydroxide root canal sealers in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1986;61(6):624-28.

Gordon MP, Love RM, Chandler NP. An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. *Int Endod J*. 2005;38(2):87-96.

Guigand M, Vulcain JM, Dautel-Morazin A, Bonnaure-Mallet M. In vitro study of intradentinal calcium diffusion induced by two endodontic biomaterials. *J Endod*. 1997;23(6):387-90.

Guiotti FA, Kuga MC, Duarte MA, Sant'Anna AJ, Faria G. Effect of calcium hydroxide dressing on push-out bond strength of endodontic sealers to root canal dentin. *Braz Oral Res*. 2014;28(1). doi: 10.1590/S1806-83242014.50000002.

Hall MC, Clement DJ, Dove SB, Walker WA. A comparison of sealer placement techniques in curved canals. *J Endod.* 1996;22(12):638-42.

Haragushiku GA, Teixeira CS, Furuse AY, Sousa YT, De Sousa Neto MD, Silva RG. Analysis of the interface and bond strength of resin-based endodontic cements to root dentin. *Microsc Res Tech.* 2012;75(5):655-61.

Hembrough MW, Steiman HR, Belanger KK. Lateral condensation in canals prepared with nickel titanium rotary instruments: an evaluation of the use of three different master cones. *J Endod.* 2002;28(7):516-9.

Holland R, de Souza V, Nery MJ, Faraco Júnior IM, Bernabé PF, Otoboni Filho JA et al. Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. *Braz Dent J.* 2001;12(1):3-8.

Huang TH, Kao CT. pH measurement of root canal sealers. *J Endod.* 1998;24(4):236-38.

Hungaro Duarte MA, Minotti PG, Rodrigues CT, Zapata RO, Bramante CM, Tanomaru Filho M et al. Effect of different radiopacifying agents on the physicochemical properties of white Portland cement and white mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2012;38(3):394-7.

International Organization for Standardization. ISO n°6876. Dental root canal sealing, Geneve, 2001.

Islam I, Chng HK, Yap AU. Comparison of the physical and mechanical properties of MTA and Portland cement. *J Endod.* 2006;32(3):193-7.

Jarrett IS, Marx D, Covey D, Karmazin M, Lavin M, Gound T. Percentage of canals filled in apical cross sections - an in vitro study of seven obturation techniques. *Int Endod J.* 2004;37(6):392-8.

Kayaoglu G, Erten H, Alacam T, Orstavik D. Short-term antibacterial activity of root canal sealers towards *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J.* 2005;38(7):483-8.

Kersten HW, Wesselink PR, Thoden van Velzen SK. The diagnostic reliability of the buccal radiograph after root canal filling. *Int Endod J.* 1987;20(1):20-4.

Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of sealer thickness on long-term sealing ability: a 2-year follow-up study. *Int Endod J.* 1997;30(5):307-12.

Kuga MC, Duarte MA, Sant'anna-Júnior A, Keine KC, Faria G, Dantas AA et al. Effects of calcium hydroxide addition on the physical and chemical properties of a calcium silicate-based sealer. *J Appl Oral Sci.* 2014;22(3):180-4.

Leonardo MR, Bezerra da Silva LA, Filho MT, Santana da Silva R. Release of formaldehyde by 4 endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999;88(2):221-5.

Leonardo MR, Leonardo, RT. Tratamento de canais radiculares: avanços tecnológicos de uma endodontia minimamente invasiva e reparadora. São Paulo: Artes Médicas, 2012.

Leonardo MR, Reis RT, Silva LA, Loffredo LCM. Hidróxido de cálcio em endodontia. Avaliação da alteração do pH e da liberação de íons cálcio em produtos endodônticos a base de hidróxido de cálcio. *Rev Gaucha Odont.* 1992;4(1):69-72.

Leonardo MR, Barnett F, Debelian GJ, de Pontes Lima RK, Bezerra da Silva LA. Root canal adhesive filling in dogs' teeth with or without coronal restoration: a histopathological evaluation. *J Endod.* 2007;33(11):1299-303.

Lertchirakarn V, Palamara JE, Messer HH. Load and strain during lateral condensation and vertical root fracture. *J Endod.* 1999;25(2):99-104.

Leyhausen G, Heil J, Reifferscheid G, Waldmann P, Geurtsen W. Genotoxicity and cytotoxicity of the epoxy resin-based root canal sealer AH plus. *J Endod.* 1999;25(2):109-13.

Linke WF, Seidell A. Solubilities of inorganic and metal-organic compounds: a compilation of solubility data from the periodical literature. New York: Van Nostrand-Reinhold. 1965: 4th edn.

Mandava J, Chang PC, Roopesh B, Faruddin MG, Anupreeta A, Uma CH. Comparative evaluation of fracture resistance of root dentin to resin sealers and a MTA sealer: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2014;17(1):53-6.

Marciano MA, Bramante CM, Duarte MAH, Delgado RJR, Ordinola-Zapata R, Garcia RB. Evaluation of single root canals filled using the lateral compaction, tagger's hybrid, microseal and guttaflow techniques. *Braz Dent J.* 2010;21(5):411-5.

Marciano MA, Guimarães BM, Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Cavenago BC, Garcia RB et al. Physical properties and interfacial adaptation of three epoxy resin-based sealers. *J Endod.* 2011;37(10):1417-21.

-
- Marciano MA, Ordinola-Zapata R, Cunha TV, Duarte MA, Cavenago BC, Garcia RB, Bramante CM, Bernardineli N, Moraes IG. Analysis of four gutta-percha techniques used to fill mesial root canals of mandibular molars. *Int Endod J*. 2011;44(4):321-9.
- Marín-Bauza GA, Silva-Sousa YT, da Cunha SA, Rached-Junior FJ, Bonetti-Filho I, Sousa-Neto MD et al. Physicochemical properties of endodontic sealers of different bases. *J Appl Oral Sci*. 2012;20(4):455-61.
- Massi S, Tanomaru-Filho M, Silva GF, Duarte MAH, Grizzo LT, Buzalaf MAR et al. pH, calcium ion release, and setting time of an experimental mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. *J Endod*. 2011;37(6):844-46.
- McDermott J. The structure of the advanced composites industry: advance composites bluebook. Cleveland: Advanster Communications 1993.
- Mizuno M , Banzai Y. Calcium ion release from calcium hydroxide stimulated fibronectin gene expression in dental pulp cells and the differentiation of dental pulp cells to mineralized tissue forming cells by fibronectin. *Int Endod J*. 2008;41(11):933-8.
- Miyagak DC, de Carvalho EM, Robazza CR, Chavasco JK, Levorato GL. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of endodontic sealers. *Braz Oral Res*. 2006;20(4):303-6.
- Morgental RD, Vier-Pelisser FV, Oliveira SD, Antunes FC, Cogo DM, Kopper PM. Antibacterial activity of two MTA-based root canal sealers. *Int Endod J*. 2011;44(12):1128-33.
- Neelakantan P, Subbarao CV. An analysis of the antimicrobial activity of ten root canal sealers- a duration based in vitro evaluation. *J Clin Pediatr Dent*. 2008;33(2):117-22.
- Nunes AC, Rocha MJ. Hydroxyl and calcium ions diffusion from endodontic materials through roots of primary teeth - in vitro study. *J Appl Oral Sci* 2005 13(2):187-92.
- Oliveira AC, Tanomaru JM, Faria-Junior N, Tanomaru-Filho M. Bacterial leakage in root canals filled with conventional and MTA-based sealers. *Int Endod J*. 2011;44(4):370-5.
- Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Bernardineli N, Graeff MS, Garcia RB, de Moraes IG et al. A preliminary study of the percentage of sealer penetration in roots obturated with the Thermafil and RealSeal-1 obturation techniques in mesial root canals of mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;108(6):961-8.
- Ørstavik D. Seating of gutta-percha points: effects of sealers with varying film thickness. *J Endod*. 1982;8(5):213-8.
-

Ørstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endod Topics*. 2005;12(6):25-38.

Peniche CEC, Sampaio JMP, Collesi RR. Verificação do pH de diversas soluções á base de hidróxido de cálcio. *Rev Odont Univ Santo Amaro*. 1996;1(1):5-8.

Peters DD. Two-year in vitro solubility evaluation of four gutta-percha sealer obturation techniques. *J Endod*. 1986;12(4):139-45.

Pizzo G, Giammanco GM, Cumbo E, Nicolosi G, Gallina G. In vitro antibacterial activity of endodontic sealers. *J Dent* 2006; 34: 35-40.

Resende LM, Rached-Junior FJ, Versiani MA, Souza-Gabriel AE, Miranda CE, Silva-Sousa YT et al. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany and Epiphany SE root canal sealers. *Int Endod J*. 2009;42(9):785-93.

Romania C, Beltes P, Boutsoukis C, Dandakis C. Ex-vivo area-metric analysis of root canal obturation using gutta-percha cones of different taper. *Int Endod J*. 2009; 42(6):491-8.

Rossetto DB, Fernandes SL, Cavenago BC, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, de Andrade FB. Influence of the method in root canal filling using active lateral compaction techniques. *Braz Dent J*. 2014;25(4):295-301.

Sagsen B, Ustün Y, Demirbuga S, Pala K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *Int Endod J*. 2011;44(12):1088-91.

Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. *Int Endod J*. 2008;41(1):32-40.

Samadi F, Jaiswal J, Saha S, Garg N, Chowdhary S, Samadi F et al. A Comparative Evaluation of Efficacy of Different Obturation Techniques used in Root Canal Treatment of Anterior Teeth: An in vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2014;7(1):1-5.

Sampaio FC, Alencar AH, Guedes OA, Veloso HH, Santos TO, Estrela C. Chemical elements characterization of root canal sealers using scanning electron microscopy and energy dispersive X-ray analysis. *Oral Health Dent Manag*. 2014;13(1):27-34.

Santos AD, Moraes JC, Araújo EB, Yukimitu K, Valério Filho WV. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *Int Endod J*. 2005;38(7):443-7.

Scelza MZ, Linhares AB, da Silva LE, Granjeiro JM, Alves GG. A multiparametric assay to compare the cytotoxicity of endodontic sealers with primary human osteoblasts. *Int Endod J*. 2012;45(1):12-8.

Schäfer E, Zandbiglari T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J*. 2003;36(10):660-9.

Schäfer E, Nelius B, Bürklein S. A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. *Clin Oral Investig*. 2012; 16(1):225-30.

Schäfer E, Köster M, Bürklein S. Percentage of gutta-percha-filled areas in canals instrumented with nickel-titanium systems and obturated with matching single cones. *J Endod*. 2013; 39(7):924-8.

Seux D, Couble ML, Hartmann DJ, Gauthier JP, Magloire H. Odontoblast-like cytodifferentiation of human dental pulp cells in vitro in the presence of a calcium hydroxide-containing cement. *Arch Oral Biol*. 1991;36(2):117-28.

Silva EJ, Rosa TP, Herrera DR, Jacinto RC, Gomes BP, Zaia AA. Evaluation of cytotoxicity and physicochemical properties of calcium silicate-based endodontic sealer MTA Fillapex. *J Endod*. 2013;39(2):274-7.

Silva LA, Leonardo MR, da Silva RS, Assed S, Guimarães LF. Calcium hydroxide root canal sealers: Evaluation of pH, calcium ion concentration and conductivity. *Int Endod J*. 1997;30(3):205-9.

Silva-Herzog D, Ramírez T, Mora J, Pozos AJ, Silva LA, Silva RA et al. Preliminary study of the inflammatory response to subcutaneous implantation of three root canal sealers. *Int Endod J*. 2011;44(5):440-6.

Silver GK, Love RM, Purton DG. Comparison of two vertical condensation obturation techniques: Touch 'n Heat modified and System B. *Int Endod J*. 1999;32(4):287-95.

Siqueira FJ Jr, Fraga RC, Garcia PF. Evaluation of sealing ability, pH and flow rate of three calcium hydroxide-based sealers. *Endod Dent Traumatol*. 1995;11(5):225-8.

Staehe HJ, Spiess V, Heinecke A, Müller HP. Effect of root canal filling materials containing calcium hydroxide on the alkalinity of root dentin. *Endod Dent Traumatol*. 1995;11(4):163-8.

Stanley HR. Pulp capping: conserving the dental pulp--can it be done? Is it worth it? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1989;68(5):628-39

Tagger M, Tagger E, Kfir A. Release of calcium and hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide. *J Endod*. 1988;14(12):588-91.

Tanomaru-Filho M, Chaves Faleiros FB, Saçaki JN, Hungaro Duarte MA, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of pH and calcium ion release of root-end filling materials containing calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate. *J Endod*. 2009;35(10):1418-21.

Tanomaru-Filho M, Saçaki JN, Faleiros FB, Guerreiro-Tanomaru JM. pH and calcium ion release evaluation of pure and calcium hydroxide-containing Epiphany for use in retrograde filling. *J Appl Oral Sci*. 2011;19(1):1-5.

Tamburic SD, Vuleta GM, Ognjanovic JM. In vitro release of calcium and hydroxyl ions from two types of calcium hydroxide preparation. *Int Endod J*. 1993;26(2):125-30.

Tasdemir T, Yesilyurt C, Ceyhanli KT, Celik D, Er K. Evaluation of apical filling after root canal filling by 2 different techniques. *J Can Dent Assoc*. 2009;75(3):201a-201d.

Tavares CO, Böttcher DE, Assmann E, Kopper PM, de Figueiredo JA, Grecca FS, Scarparo RK. Tissue reactions to a new mineral trioxide aggregate-containing endodontic sealer. *J Endod*. 2013;39(5):653-7.

Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod*. 1995;21(7):349-53.

Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod*. 1981;7(1):17-21.

Versiani MA, Carvalho-Junior JR, Padilha MI, Lacey S, Pascon EA, Sousa-Neto MD. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. *Int Endod J*. 2006;39(6):464-71.

Viapiana R, Guerreiro-Tanomaru JM, Hungaro-Duarte MA, Tanomaru-Filho M, Camilleri J. Chemical characterization and bioactivity of epoxy resin and Portland cement-based sealers with niobium and zirconium oxide radiopacifiers. *Dent Mater*. 2014;30(9):1005-20

Vitti, RP, Prati C, Sinhoreti MA, Zanchi CH, Souza e Silva MG, Ogliari FA et al. Chemical-physical properties of experimental root canal sealers based on butyl ethylene glycol disalicylate and MTA. *Dent Mater*. 2013; 29(12):1287-94.

Waltimo TM, Boiesen J, Eriksen HM, Ørstavik D. Clinical performance of 3 endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001;92(1):89-92.

-
- Weis MV, Parashos P, Messer HH. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. *Int Endod J*. 2004;37(10):653-63.
- Wu MK, De Gee AJ, Wesselink PR. Leakage of four root canal sealers at different thickness. *Int Endod J*. 1994;27(6):304-8.
- Wu MK, Kast'áková A, Wesselink PR. Quality of cold and warm gutta-percha fillings in oval canals in mandibular premolars. *Int Endod J*. 2001;34(6):485-91.
- Wu MK, Ozok AR, Wesselink PR. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. *Int Endod J*. 2000;33(4):340-5.
- Wu D, Tang Z, Zhang G, Liu W. The sealing ability of a new silicone-based root canal filling material (GuttaFlow): an in vitro study using the percentage of gutta-percha-filled area. *Dent Mater J*. 2011;30(5):569-75.
- Wu MK, Wesselink PR. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. *Int Endod J*. 1993;26(1):37-43.
- 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(4):185-9.
- Yoshino P, Nishiyama CK, Modena KC, Santos CF, Sipert CR. In vitro cytotoxicity of white MTA, MTA Fillapex® and Portland cement on human periodontal ligament fibroblasts. *Braz Dent J*. 2013;24(2):111-6.
- Zaslansky P, Fratzl P, Rack A, Wu MK, Wesselink PR, Shemesh H. Identification of root filling interfaces by microscopy and tomography methods. *Int Endod J*. 2011;44(5):395-401.
- Zhou HM, Shen Y, Zheng W, Li L, Zheng YF, Haapasalo M. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod*. 2013;39(10):1281-6.
- Zmener O, Martinez Lalis R, Pameijer CH, Chaves C, Kokubu G, Grana D. Reaction of rat subcutaneous connective tissue to a mineral trioxide aggregate-based and a zinc oxide and eugenol sealer. *J Endod*. 2012;38(9):1233-8.
- Zmener O, Spielberg C, Lamberghini F, Rucci M. Sealing properties of a new epoxy resin-based root-canal sealer. *Int Endod J*. 1997;30(5):332-4.
-

ANEXOS

ANEXOS

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU-
USP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise ex vivo do pH e liberação de íons cálcio de diferentes cimentos endodônticos por longos períodos.

Pesquisador: Paloma Gagliardi Minotti

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 15187013.4.0000.5417

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Universidade de São Paulo

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 416.642

Data da Relatoria: 16/09/2013

Apresentação do Projeto:

O projeto "Análise ex vivo do pH e liberação de íons cálcio de diferentes cimentos endodônticos por longos períodos" tem como orientador o Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes e equipe a aluna Paloma Gagliardi Minotti. O projeto está claro e objetivo. A metodologia está bem detalhada. O presente projeto tem como objetivo realizar avaliar o pH e a liberação de íons cálcio de três cimentos endodônticos (Sealapex, MTA Fillapex, AH Plus) empregados em obturações de canais radiculares de dentes humanos.

Desenho: Cento e vinte e quatro pré-molares inferiores humanos extraídos, unirradiculados, serão escaneados por meio da microtomografia computadorizada para a padronização dos grupos e, serão divididos em 2 grupos experimentais de 60 elementos, de acordo com a padronização do diâmetro do forame apical, seguindo o seguinte protocolo: grupo A: ampliação foraminal com instrumento de calibre 25 e, grupo B: ampliação foraminal com instrumento de calibre 60. Em seguida, os dentes serão divididos em 4 subgrupos de acordo com as técnicas de instrumentação e técnicas obturadoras empregadas. Quatro dentes com os canais instrumentados, mas não obturados, serão utilizados como grupo controle. Imediatamente após a obturação, a raiz será imersa em 10 mL de água ultrapura para avaliação do pH e liberação de íons cálcio nos seguintes períodos: 1 h, 1 dia, 3 dias, 7 dias, 30 dias, 180 dias e 365 dias, após a obturação. Após o período

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9

Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA **CEP:** 17.012-901

UF: SP **Município:** BAURU

Telefone: (14)3235-8356

Fax: (14)3235-8356

E-mail: cep@fob.usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU-
USP

Continuação do Parecer: 416.642

de 365 dias, os dentes serão seccionados a 2, 4, 6 mm do ápice para análise da presença de vazios e gaps, na obturação, por meio do estereomicroscópio. Os dados obtidos serão submetidos a análise estatística, empregando a análise de variância a dois critérios e comparações individuais pelo teste de Tukey-Kramer.

Objetivo da Pesquisa:

O projeto de pesquisa propõe avaliar, ex vivo, o pH e a liberação de íons cálcio de três cimentos endodônticos (Sealapex, MTA Fillapex, AH Plus) empregados em obturações de canais radiculares de dentes humanos (previamente extraídos por motivos terapêuticos). Serão avaliados o pH, por meio de um pHmetro, e a liberação de íons cálcio por meio de espectrofotômetro de absorção atômica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não apresenta risco ou benefício.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Na visão dessa relatoria o projeto apresenta pertinência e valor científico. O orientador (Prof. Ivaldo Gomes de Moraes) apresenta experiência no desenvolvimento de projetos com o mesmo tema. O TCLE foi dispensado, uma vez que os dentes serão fornecidos (os autores apresentaram a carta de doação dos dentes).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

As cartas dos responsáveis (pesquisa, depto) e o termo de doação dos dentes foram enviadas. O projeto dispensa o uso do TCLE.

Recomendações:

Nenhuma

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pelo descrito anteriormente, concluo sugerindo a este CEP que aprove o Projeto, visto não haver, sob meu ponto de vista, comprometimento ético.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Esse projeto foi considerado APROVADO na reunião ordinária do CEP de 25.9.2013. Ao término da

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA **CEP:** 17.012-901
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)3235-8356 **Fax:** (14)3235-8356 **E-mail:** cep@fob.usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU-
USP

Continuação do Parecer: 416.642

pesquisa o CEP-FOB/USP exige a apresentação de relatório final. Os relatórios parciais deverão estar de acordo com o cronograma e/ou parecer emitido pelo CEP. Alterações na metodologia, título, inclusão ou exclusão de autores, cronograma e quaisquer outras mudanças que sejam significativas deverão ser previamente comunicadas a este CEP sob risco de não aprovação do relatório final. Quando da apresentação deste, deverão ser incluídos todos os TCLEs e/ou termos de doação assinados e rubricados.

BAURU, 07 de Outubro de 2013

Assinador por:
Izabel Regina Fischer Rubira Bullen
(Coordenador)

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA **CEP:** 17.012-901
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)3235-8356 **Fax:** (14)3235-8356 **E-mail:** cep@fob.usp.br