

ANA CRISTINA GERENT PETRY NUNES

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA DIFUSÃO DE ÍONS Ca^{+2} E OH^- DE
MATERIAIS ENDODÔNTICOS EM DENTES DECÍDUOS**

*Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Odontologia, da Universidade Federal de Santa
Catarina, como requisito para obtenção do título de
Mestre em Odontologia, área de concentração:
Odontopediatria*

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria José de Carvalho Rocha

Florianópolis

2003

ANA CRISTINA GERENT PETRY NUNES

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA DIFUSÃO DE ÍONS Ca^{+2} E OH^- DE
MATERIAIS ENDODÔNTICOS EM DENTES DECÍDUOS**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Odontologia – área de concentração Odontopediatria e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFSC.

Florianópolis, 27 de novembro de 2003

Prof. Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia

BANCA EXAMINADORA

Prof.^{fa}. Dr.^a. Maria José de Carvalho Rocha
Orientadora

Prof. Dr. Luiz Henrique Maykot Prates
Membro

Prof. Dr. Célio Percinoto
Membro

DADOS CURRICULARES

ANA CRISTINA GERENT PETRY NUNES

Nascimento	08 de Outubro de 1976 – Florianópolis/ SC
Filiação	Ivete Gerent Petry José Mauro Cunha Petry
1995-1999	Curso de Graduação em Odontologia na Universidade Federal de Santa Catarina
2000-2001	Curso de Especialização em Odontopediatria na Universidade Federal de Santa Catarina
2000-	Estagiária do Programa de Atendimento ao Paciente Traumatizado (dentes permanentes) da disciplina de Odontopediatria da Universidade Federal de Santa Catarina
2002-2003	Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de concentração em Odontopediatria - Universidade Federal de Santa Catarina

*Vinde, Espírito Santo,
enchei os corações dos Vossos fiéis,
e acendei neles o fogo do vosso amor.
Enviai o Vosso Espírito e tudo será criado,
e renovareis a face da Terra.*

OREMOS

*Deus, que instruístes os corações dos Vossos fiéis,
com a luz do Espírito Santo,
fazei que apreciemos retamente todas as coisas,
segundo o mesmo espírito,
e gozemos sempre da Sua consolação.
Por Cristo, Senhor nosso.
Amém.*

Ao meu esposo ***Daniel***,
por acompanhar todas as fases deste momento
sempre com um lindo sorriso no rosto,
com seu olhar confiante e carinhoso
incentivando assim,
esta conquista em minha vida.

Aos meus pais, ***José Mauro e Ivete***, pelo incentivo
oferecido em todos os momentos para
concretização desta pós-graduação.

Em especial à minha orientadora ***Maria José***,
a quem muito admiro, e a quem serei sempre grata
por sua amizade e carinho
em todos os momentos que passamos juntas.

Obrigada!

Agradecimentos

Às minhas irmãs, *Daniela e Patrícia*, que sempre me apoiaram nesta jornada e, em especial à *Patrícia* que cedeu alguns momentos do seu dia para formatar esta dissertação.

À minha sogra, *Teresinha*, que muitas vezes preparou comidinhas deliciosas no corre-corre do dia-a-dia.

Ao meu cunhado *Wilson* e minha cunhada *Magali* que participaram das minhas conquistas.

Ao meu sobrinho, *João Victor*, pelas horas de descontração e lazer.

Aos professores da disciplina de Odontopediatria, *Isabel, Joeci, Ricardo, Rosa e Vera* pelo apoio em todos os momentos.

Em especial a Prof.^a *Bea*, pela amizade formada e pelo auxílio em parte da metodologia realizada nesta dissertação.

Ao Prof. Dr. *Maia* que disponibilizou algumas horas de seu tempo para orientar a metodologia desta pesquisa.

Aos meus colegas de mestrado, *Catherine, Eduardo, Fabiana, Meire e Michele* pelas conversas, desabafos, trabalhos e congressos compartilhados e, principalmente pelo crescimento dos laços de amizade.

Às colegas de doutorado, *Mabel, Mariane, Carolina, Gimol, Letícia e Ana Rita* pelos agradáveis momentos que passamos nesta universidade e em diversos congressos.

Às secretárias da disciplina de Odontopediatria, *Bete e Ivalda*, e a *Ana*, secretária do curso de pós-graduação, sempre prontas para auxiliar no que fosse necessário.

À disciplina de Endodontia que cedeu um pouco do seu espaço para realização desta pesquisa.

Ao departamento de Química que disponibilizou por alguns momentos equipamentos necessários para esta dissertação. Em especial ao *Fábio e Anderson* que participaram de forma efetiva na metodologia utilizada.

NUNES, A. C. G. P. **Avaliação *in vitro* da difusão de íons Ca^{+2} e OH^- de materiais endodônticos em dentes decíduos.** 2003. 106f. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a difusão de íons Ca^{+2} e OH^- de materiais a base hidróxido de cálcio - $\text{Ca}(\text{OH})_2$, através da raiz intacta de dentes decíduos. Foram selecionados 46 dentes decíduos, sendo 23 anteriores e 23 posteriores. Todos os dentes foram instrumentados em seu comprimento de trabalho até a lima # 40, e irrigados durante o preparo com solução de hipoclorito de sódio 1%, e secos com cones de papel absorvente. Os dentes foram separados em 4 grupos de 10 dentes cada conforme o material obturador, e 1 grupo de 6 dentes como controle permaneceu vazio. Em cada grupo havia mesma quantidade de dentes anteriores e posteriores. Os materiais utilizados como obturadores foram: pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ associada ao propilenoglicol espessada (CaPE) na proporção de 0,4g de pó para 0,2ml de líquido; pasta UFSC, mistura de 0,3g de pó de óxido de zinco com 0,3g de pó de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ associado a 0,2ml de óleo de oliva; Vitapex ® e Sealapex ®. Após a obturação, todos os dentes tiveram o terço apical selados com Araldite ® e o acesso coronal selado com ionômero de vidro, permanecendo em frascos individuais com 36ml de solução fisiológica, em estufa a 37°C em 100% de umidade. A difusão de íons OH^- e Ca^{+2} foi realizada por meio de um pHmetro calibrado e um espectrômetro de absorção atômica, respectivamente, em 48 h e em 7, 30, 45 e 60 dias. Conforme o teste estatístico ANOVA para a avaliação do pH, o grupo CaPE apresentou valores estatisticamente significante em relação aos outros grupos ($p < 0,0001$), e a maior difusão de íons OH^- , ocorreu em 60 dias ($p < 0,0309$). Em relação a quantidade de íons Ca^{+2} liberados a pasta CaPE foi a que mostrou melhores resultados, seguida pela pasta UFSC. Conclui-se que a pasta CaPE foi o material obturador que mais difundiu íons OH^- e Ca^{+2} , sendo este o que, radiograficamente, solubilizou mais rápido, apresentando solubilização parcial em 30 dias e total em 60 dias.

Palavras-chave: Hidróxido de Cálcio. Espectrometria de Absorção Atômica. Difusão de íons Hidroxila e Cálcio. Dentes Decíduos.

NUNES, A. C. G. P. **Avaliação *in vitro* da difusão de íons Ca^{+2} e OH^- de materiais endodônticos em dentes decíduos.** 2003. 106f. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate of Ca^{+2} and OH^- ion diffusion from materials which base is hydroxide of calcium - $\text{Ca}(\text{OH})_2$, through out the deciduous teeth intact root. Forty-six deciduous teeth were selected, 23 with single root and 23 with multiple root canals. All teeth were instrumented its work length with files to a size #40. They were washed during cleaning and shaping, which was accomplished using a 1% NaOCl solution. The canal was dryer with paper points. The teeth were divided into 4 groups, based on sealer type with 10 specimens each. One group of 6 teeth without sealer constituted the control group. In each group there was same amount of single and multiple root teeth. The materials used as sealers were: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ paste associated to propilenoglicol (CaPE) thickened at the proportion of 2:1 w/v; UFSC paste a mixture of 0,3g of zinc oxide with 0,3g of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ with 0,2ml olive oil 1:1 w/w; Vitapex[®] and Sealapex[®]. The coronal access cavities were sealed with glass ionômero after they had been full fill with each sealer. A third apical surface was hard-pressed with Araldite[®]. The teeth were stored individually into vials containing 36ml of physiologic saline solution at 37°C and 100% of humidity. The OH^- and Ca^{+2} ions diffusion levels were determined using a pHmetro and an atomic absorption spectrometer. The data was collected at 48 hours and in 7, 30, 45 and 60 days. A statistical analysis was performed using ANOVA to compare groups. In the pH evaluation, the CaPE group presented the largest OH^- ions diffusion, whose peak happened at sixty day ($p=0,0309$), when compared to the other groups ($p<0,0001$), and, it happened in 60 days. In relation to amount of Ca^{+2} ions liberated, the paste CaPE was the one that showed better results, following by UFSC's paste. These results suggest that CaPE paste was the sealer that allowed the highest OH^- and Ca^{+2} ions diffusion. Moreover, CaPE paste dissolves faster than the others, presenting partial disappear in 30 days and total in 60 days.

Keywords: Calcium Hydroxide. Spectrometer of Atomic Absorption. OH^- and Ca^{+2} diffusion. Primary Teeth.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Impermeabilização apical das raízes com Araldite (A); aplicação de esmalte de unhas sobre o araldite (B); fixação em cera pela parte coronal (C).....61
- Figura 2: Esquema do processo de espectrometria de absorção atômica.....64
- Figura 3: Detalhe da pipeta com marcação em 0,5ml (A); tubos de ensaio com a solução para análise de espectrometria de absorção atômica (B).....65
- Figura 4: Imagens radiográficas de alguns espécimes de dentes obturados com pasta CaPE (A), UFSC (B), Vitapex (C), e cimento Sealapex (D) nos períodos avaliados: inicial (a), em 30 dias (b) e em 60 dias (c).....78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição do valor do pH para cada dente pertencente ao grupo CaPE durante o período teste, com o valor da média do pH de cada intervalo.....	68
Tabela 2: Distribuição do valor do pH para os dentes pertencentes ao grupo UFSC durante o período teste, com o valor da média do pH de cada intervalo.....	69
Tabela 3: Distribuição do valor do pH para os dentes pertencentes ao grupo Vitapex durante o período teste, com o valor da média do pH de cada intervalo.....	69
Tabela 4: Distribuição do valor do pH para os dentes pertencentes ao grupo Sealapex durante o período teste, com o valor da média do pH de cada intervalo.....	69
Tabela 5: Distribuição do valor do pH para os dentes pertencentes ao grupo Controle durante o período teste, com o valor da média do pH de cada intervalo.....	70
Tabela 6: Análise do pH entre os materiais, entre os períodos e entre materiais e períodos pelo Teste de Variância (ANOVA).	70
Tabela 7: Análise comparativa da média do pH de acordo com os materiais testados.	71
Tabela 8: Análise comparativa da média do pH de acordo com os períodos testados.	71
Tabela 9: Análise comparativa da média do pH de acordo com os materiais e períodos analisados	72
Tabela 10: Resultado do teste Kruskal-Wallis, comparações individuais e equivalências entre grupos e períodos avaliados.....	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Distribuição das médias do pH de acordo com o material, relacionado ao período analisado.	70
Gráfico 2: Quantidade de íons Cálcio (Ca^{+2}) liberados no período teste medidos em $\mu\text{g/mL}$ (ppm) para todos os grupos.	73
Gráfico 3: Quantidade de íons Cálcio (Ca^{+2}) liberados pelo grupo de dentes controle no período teste medidos em $\mu\text{g/mL}$ (ppm).....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Distribuição dos escores aplicados para cada dente em cada período teste. 76

LISTA DE ABREVIATURAS

#	calibre
®	Marca registrada
µg	micrograma
ATPase	Trifosfato de Adenosina (enzima)
ANOVA	Análise de Variância
BHI	Brain heart infusion
Ca(OH) ₂	Hidróxido de cálcio
Ca ⁺²	íons cálcio
CaPE	Pasta de propilenoglicol com hidróxido de cálcio espessada
cm	centímetro
CO ₂	Dióxido de carbono
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
g	gramas
GL	Grau de liberdade
h	horas
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
mg	miligrama
mL	mililitro
MTA	Agregado Trióxido Mineral
NaOCl	Hipoclorito de Sódio
°C	Graus Celcius
OH ⁻	íons hidroxila
p	valor de probabilidade
pH	potencial de hidrogênio
PMCF	Paramonoclorofenol canforado
ppm	parte por milhão
s	segundos
ZOE	Óxido de zinco e eugenol

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
3 PROPOSIÇÃO	53
4 METODOLOGIA.....	54
4.1 Seleção da amostra	54
4.2 Preparo endodôntico dos dentes.....	55
4.2.1 Acesso endodôntico	55
4.2.2 Mensuração e verificação da patência dos canais	56
4.2.3 Instrumentação dos canais	56
4.3 Divisão em grupos e preparo da amostra para obturação.....	57
4.4 Preparo e composição dos materiais endodônticos	57
4.4.1 Pasta CaPE (Hidróxido de cálcio associado ao propilenoglicol espessado)	57
4.4.2 Pasta UFSC.....	58
4.4.3 VITAPEX	58
4.4.4 SEALAPEX.....	59
4.5 Obturação dos canais	59
4.6 Impermeabilização apical das raízes	60
Figura 1: Impermeabilização apical das raízes com Araldite (A); aplicação de esmalte de unhas sobre o araldite (B); fixação em cera pela parte coronal (C).	61
4.7 Fase experimental.....	62
4.7.1 Análise do pH	62
4.7.2 Análise de espectrometria de absorção atômica	63
4.7.3 Cálculo do fator de diluição.....	66
4.8 Análise radiográfica das obturações	66
4.9 Análise estatística.....	67
5 RESULTADOS	68
5.1 Análise do pH.....	68
5.2 Análise de espectrometria de absorção atômica	72
5.3 Avaliação radiográfica das obturações.....	76
6 DISCUSSÃO	79
6.1 Discussão da metodologia	80
6.2 Discussão dos resultados	85
7 CONCLUSÕES.....	90
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICE	96

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico é o último recurso clínico para manutenção do dente decíduo na cavidade bucal. É realizado nos casos em que a inflamação ou infecção, ou ambos, atingiu a cavidade pulpar determinando tratamentos conservadores ou radicais. Para o sucesso do tratamento endodôntico é necessário que todas etapas que o compõe sejam realizadas de forma a manter ou resgatar a saúde dos tecidos perirradiculares, assim permanecendo o dente decíduo reabilitado até o irrompimento do sucessor permanente.

Todas as fases que integram o tratamento endodôntico revestem-se de igual valor, sendo o preparo biomecânico uma etapa relevante, pois a instrumentação, a irrigação e o curativo de demora são responsáveis pela desinfecção do canal radicular. Porém, diante de canais radiculares infectados, os instrumentos endodônticos só podem agir no canal principal, ficando a massa dentinária e canais acessórios, ou seja, o sistema de canais radiculares, sem receber os benefícios da instrumentação.

Em virtude disto, é imprescindível que os coadjuvantes do preparo biomecânico, substâncias irrigadoras e curativos de demora, sejam utilizados. A solução irrigadora auxilia na remoção de detritos do canal principal e na desobstrução dos canalículos dentinários. Assim, o curativo de demora, possuidor de propriedades antissépticas suaves e baixa tensão superficial, penetra na massa dentinária e agirá sobre a infecção residual.

O uso do hidróxido de cálcio como um medicamento intracanal é amplamente difundido para dentes permanentes, devido as suas propriedades biológicas que permitem ser um dos mais efetivos materiais, capaz de dissolver tecidos orgânicos, auxiliar na desinfecção dos túbulos dentinários, reparar lesões periapicais e favorecer o mecanismo osteogênico formando anteparos apicais que possibilitam a obturação adequada de canais amplos

(BLOMLOF; LENGHEDEN; LINDSKOG, 1992; LEONARDO et al., 1993; ESTRELA et al., 1995; MARAIS, 1996; GOMES et al., 1996; CALISKAN; SEN, 1996; BARRET; KENNY, 1997; SHEEHY; ROBERTS, 1997; CHOSACK; SELA; CLEATON-JONES, 1997; ESTRELA et al., 1999; TROPE; DELANO; ORSTAVIK, 1999; KATEBZADEH; SIGURDISSON; TROPE, 2000; MINANA; CARNES; WALKER, 2001).

O hidróxido de cálcio possui um pH próximo a 12, alcalinizando o meio e estimulando a cicatrização, além de ser bactericida e bacteriostático (FUSS et al., 1996; ESTRELA et al., 1999). Em altas concentrações interfere no índice de aderência dos macrófagos, diminuindo as funções de dentinoclastos e osteoclastos, inibindo assim as reabsorções patológicas e favorecendo o mecanismo osteogênico (SEGURA et al., 1997).

Além desta propriedade, o uso de sucessivas trocas de curativo de demora com hidróxido de cálcio favorece a obliteração dos túbulos dentinários, diminuindo a sua permeabilidade, e conseqüentemente favorecendo um bom vedamento quando da realização da obturação (PASHLEY; KALATHOOR; BURNHAM, 1986; PORKAEW et al., 1990). Esta propriedade encontra relevância na clínica odontopediátrica, pois a técnica de obturação em dentes decíduos por não ser compressiva, permite a presença de interface entre a parede dentinária e o material obturador. Quando do uso prévio destas substâncias, a obturação torna mais efetivo o confinamento da infecção residual interferindo na sua evolução.

A importância do tratamento endodôntico está em manter ou devolver saúde aos tecidos circundantes ao dente decíduo, minimizar as seqüelas e preservar a unidade dente decíduo/germe do dente permanente, para que esta permaneça durante todo ciclo biológico do dente decíduo mantendo a homeostasia do sistema bucal.

Deve-se considerar que um foco de infecção não somente mantém a doença no meio bucal, como aumenta o risco de outras infecções que podem comprometer a saúde geral da criança. A perda precoce de um dente decíduo cuja infecção destruiu a estrutura de suporte,

pode gerar seqüelas que afetam o dente sucessor permanente, ocasionando malformação dentária, erupção ectópica, hipoplasia de esmalte e inclusive a própria expulsão do dente permanente do alvéolo (FANNING, 1962; NISWANDER; SUJARU, 1962; VALDERHAUG, 1974).

Assim como nos dentes permanentes, a importância do tratamento endodôntico está em remover o tecido pulpar infectado ou não, e obter a limpeza do canal radicular (CVEK, 1973; MARKOWITZ et al. 1992; YANG, 1996; BARRET e KENNY, 1997; SHEEHY; ROBERTS, 1997; ROCHA, 2001). Principalmente em dentes decíduos infectados, o tratamento endodôntico deve ser realizado em várias sessões (COOL; SANDRIAN, 1996; CAMP, 1997; BORTOLINI, 2002), com o objetivo de neutralizar a infecção residual. Para isso, o curativo deve permanecer no canal radicular durante um período determinado, afim de que o sistema de canais radicular possa se beneficiar de suas propriedades. A permanência dos materiais endodônticos deve ser monitorada radiograficamente.

Assim sendo, torna-se importante estudos relacionados com a difusão de íons OH^- e Ca^{+2} a partir de materiais a base de hidróxido de cálcio, utilizados no tratamento endodôntico de dentes decíduos.

2 REVISÃO DA LITERATURA¹

O uso do hidróxido de cálcio, como curativo de demora em dentes permanentes já se justificava na década de 70, por ser um composto alcalino e possuidor de propriedades estimulantes a deposição de tecido calcificado. Heithersay (1975) realizou um estudo clínico utilizando uma pasta comercial de hidróxido de cálcio (Pulpdent[®]) em dentes com exsudação e lesão periapical ampla, como curativo de demora em tratamento endodôntico de rotina, em dentes com reabsorção inflamatória, dentes com reabsorção interna, perfurações radiculares, dentes com fratura radicular e dentes necrosados com rizogênese incompleta. O hidróxido de cálcio por sua alcalinidade alta, pH12,2, atua sobre o processo inflamatório que é ácido, tamponando esta reação. Relatou que devido ao poder bactericida do hidróxido de cálcio, onde raros microorganismos sobrevivem acima de pH 11, não seria necessário combiná-lo com outros agentes antibacterianos. Além disso, os íons cálcio (Ca^{+2}) agem sobre a formação de tecido ósseo, quando estão em contato direto com os capilares dos tecidos periapicais, pelo fato de diminuir a permeabilidade destes capilares. Desta forma, pode haver a diminuição da exsudação plasmática no local, favorecendo a formação do tecido calcificado. Todavia, o fator inicial para deposição de tecido calcificado é a matriz de colágeno, onde os íons Ca^{+2} podem estar relacionados com a síntese de colágeno e com o processo de formação de energia através da pirofosfatase, que é uma enzima cálcio dependente, assim, favorecendo o mecanismo de reparo e de defesa.

Tronstad et al. (1980) avaliaram o pH do ligamento periodontal e da massa dentinária após o preenchimento do canal com hidróxido de cálcio. Utilizaram dentes incisivos superiores e inferiores, de macacos, com estágios de formação radicular diferentes, raízes com

¹ Baseada na NBR 10520:2002 da ABNT.

comprimento radicular completo e com ápice aberto e raízes completamente formadas com ápices fechados. Em 12 dentes, com uma lima alcançaram a região apical e selaram a entrada da câmara com Cavit®. Quinze dentes foram extraídos e permaneceram secos por 1 h, e foram reimplantados. Após 4 semanas, com os dentes necrosados, o tratamento endodôntico foi realizado nas duas amostras, com irrigação de hipoclorito de sódio a 1% durante a modelagem dos canais, e a seguir os dentes foram preenchidos com pasta de hidróxido de cálcio e solução de Ringer®. O excesso de água foi removido com cones de papel e bolinhas de algodão, para assegurar que o curativo fosse condensado no interior do canal. O selamento coronal foi realizado com cimento de óxido de zinco e eugenol. O grupo controle foi composto por 8 dentes não tratados e 5 dentes vitais. Após mais 4 semanas, os macacos foram sacrificados, e a parte anterior da maxila e mandíbula foi congelada e preparada para análise. Cortes com micrótomo foram realizados, perpendicular e paralelo ao longo eixo do dente, e as peças foram avaliadas em microscopia e em seguida, pelo método colorimétrico, avaliaram o pH das regiões do ligamento periodontal, do cimento, em 4 pontos da dentina e dentro do canal. O pH da pasta de hidróxido de cálcio foi de 12,2 pelo método colorimétrico e de 12,5 pelo pHmetro digital. Os resultados mostraram que tanto para dentes com ápice fechado como para dentes com ápice aberto, o pH da dentina mais próxima da luz do canal variou de 8 a 11, e da dentina mais externa variou de 7,4 a 9,6. Nos dentes com áreas com ausência de reabsorção o pH do ligamento periodontal permaneceu entre 6,4 e 7 e nas áreas com reabsorção o pH alcalino foi observado na superfície radicular. Para o grupo controle o valor do pH variou entre 6,4 e 7 em todas as regiões avaliadas, para ambas amostras. Relataram também que, para acontecer a reabsorção de um tecido duro é necessário um pH ácido, pois as hidrolases envolvidas neste processo estão ativas e desmineralizam o componente mineral do tecido em questão. A razão para o tratamento de reabsorção inflamatória com hidróxido de cálcio é que os produtos ácidos (ácido láctico) provenientes de osteoclastos seriam

neutralizados, prevenindo a dissolução dos componentes minerais. Mais do que isso, o alto pH seria desfavorável para osteoclastos cuja enzima hidrolase ácida tem sua atividade em pH entre 5 e 5,5, e assim inibiria sua atuação. Sugeriram que um pH alcalino também poderia ativar a fosfatase alcalina, que desempenha um papel importante na formação de tecido duro. Assim, é concebível que a continuação do processo de reabsorção externa poderia cessar e o reparo aconteceria. Além disso, os íons cálcio são necessários para atividade da reação imunológica do sistema complemento, que quando em abundância apóiam esta reação localmente e também ativam uma enzima ATPase cálcio-dependente, que pode ser associada com formação de tecido duro. Concluíram que o pH do cimento não foi influenciado pelo hidróxido de cálcio, a reabsorção inflamatória pode ser influenciada pelo tratamento endodôntico, e que o hidróxido de cálcio consegue atingir áreas de reabsorção. Esta influência agiria diminuindo a atividade clástica local e estimulando o processo reparador dos tecidos envolvidos.

Lopes et al. (1986) propuseram a utilização de um veículo oleoso associado ao hidróxido de cálcio baseado nas vantagens que esta substância poderia oferecer, principalmente nos casos de tratamentos longos, onde é necessária a permanência do produto no interior do canal radicular, como em lesões periapicais extensas, reimplante, perfuração radicular, rizogênese incompleta, fraturas radiculares, reabsorção radicular decorrente do trauma. A pasta proposta é constituída de hidróxido de cálcio, carbonato de bismuto (substância radiopaca e inerte), colofônia e azeite de oliva (substância biodegradável e biocompatível). O emprego deste veículo proporciona pouca solubilidade à pasta de hidróxido de cálcio, pois ao prepará-la, há a organização das moléculas do azeite em torno do hidróxido de cálcio e quando esta for introduzida no canal, este composto ficará em contato com a fase aquosa contida no tecido periapical ou pulpar. Mesmo com a forte hidrofobicidade de parte das moléculas do azeite, esta permite que moléculas de água a atravessem como uma

membrana. Esta penetração formará micelas que contém em seu interior uma solução aquosa de hidróxido de cálcio. Havendo um equilíbrio entre a parte interna da micela e a fase aquosa externa, deve ocorrer uma liberação de hidróxido de cálcio do interior da micela, até gerar um equilíbrio entre as partes externa e interna. Quando o hidróxido de cálcio é utilizado pelo tecido ou eliminado pelo organismo, o equilíbrio tende a se refazer, ocorrendo lenta liberação desta substância, sem ocorrer excesso da mesma, na região tecidual em tratamento. Desta forma, a liberação iônica (íons cálcio e hidroxila) não se realizará quase que imediatamente, como ocorre com os veículos aquosos, e sim de forma lenta e contínua, permitindo sua presença durante o período de reparo necessário.

Hasselgren; Olsson; Cvek (1988) analisaram *in vitro*, os efeitos do hidróxido de cálcio e hipoclorito de sódio na dissolução de tecido muscular suíno necrótico. Este tecido foi mantido sob refrigeração com 100% de umidade por 2 semanas e dividido em pedaços de 2x1x1 mm e cada 10 pedaços formavam um grupo, no total de 7 grupos. No grupo 1 os pedaços de tecido foram mergulhados em pasta de hidróxido de cálcio e água, no grupo 2 em solução de hipoclorito de sódio 0,5%, no grupo 3, em solução de hipoclorito de sódio 0,5% renovada a cada 30 min. No grupo 4 os pedaços de tecidos estavam mergulhados em pasta de hidróxido de cálcio e água, e após 30 min, foram transferidos para solução de hipoclorito de sódio 0,5%; nos Grupos 5 e 6 o mesmo processo ocorreu, só que no grupo 5 foi após 24 h e no grupo 6 após 7 dias. O grupo 7, foi o grupo controle, em que os pedaços permaneceram em solução isotônica. O melhor resultado foi encontrado nos grupos pré-tratados com hidróxido de cálcio, que dissolveram completamente os pedaços de tecido dentro de 60 a 90 min. A capacidade dissolvente do hipoclorito de sódio 0,5% foi consideravelmente aumentada pela troca contínua de solução, comprovando a necessidade constante de irrigação com solução renovada como eficiente tratamento de feridas infectadas. Conceitualmente, a desnaturação e hidrolização do tecido pelo hidróxido de cálcio levaram à destruição da arquitetura tecidual

em combinação com a separação de moléculas protéicas, isso tornando o tecido mais acessível para ação do hipoclorito de sódio. E por si só, o hidróxido de cálcio pode desintegrar completamente o tecido necrótico.

Porkaew et al. (1990) realizaram um estudo, *in vitro*, com 76 dentes permanentes extraídos, caninos e pré-molares uniradiculares humanos, para comparar a infiltração apical dos dentes obturados com guta-percha pela técnica de condensação lateral, após 3 tipos diferentes de curativos de Ca(OH)_2 . Os espécimes foram embebidos em NaOCl a 5,25% por 30 min para remoção de tecido periodontal e radiografados. Após a remoção da coroa, os dentes foram separados em 4 grupos (12, 13, 14, e 15mm) com 18 dentes cada. Após o preparo biomecânico dos canais com NaOCl a 5,25% e instrumentação com lima K #50 no comprimento de trabalho 1mm aquém do ápice, os espécimes ficaram armazenados em frascos individuais com solução salina isotônica a 0,9%. No grupo 1 (controle), os dentes não receberam curativos entre a instrumentação e a obturação; no grupo 2 os canais foram preenchidos com pó de Ca(OH)_2 misturado com solução salina isotônica 0,9%; no grupo 3 foram preenchidos com pasta Calasept®, no grupo 4 com Vitapex®, sendo todos selados com Cavit®, radiografados para constatar o completo preenchimento e colocados em frascos com água em incubadora a 37°C por 1 semana. Após este período os canais foram limpos e modelados com mais uma lima #55, irrigados com NaOCl 5,25% e secos com cones de papel. Em seguida um dente de cada grupo foi preparado para microscopia eletrônica de varredura (MEV) para avaliar a limpeza. A obturação dos 17 dentes de cada grupo foi realizada com cones de guta-percha e cimento Endoco® pela técnica de condensação lateral, selados com Cavit® e radiografados para determinar a densidade da obturação do canal radicular. As raízes foram secas e cobertas com cera, com exceção de 1mm ao redor do ápice, e então colocados em 2,5ml de solução de azul de metileno de 2% a 37°C por 2 semanas. Depois de lavados, removida a cera e inspecionados se havia infiltração pela cera, foi avaliado a

infiltração do corante linearmente e em volume. Os resultados revelaram um decréscimo significativo na infiltração nos dentes medicados com Ca(OH)_2 , e constatando-se também que o alargamento do canal com mais uma lima não foi suficiente para remover a pasta de Ca(OH)_2 completamente, não havendo diferença estatística entre os grupos com Ca(OH)_2 .

Blomlof; Lengheden; Lindskog (1992) compararam efeitos do reparo periodontal em defeitos marginais radiculares após o tratamento com hidróxido de cálcio em dentes infectados de macacos, com ápices fechados e abertos. Todos os incisivos laterais foram abertos, extraídos e criados defeitos marginais no lado mesial da raiz na junção cimento-esmalte, até o terço médio da raiz e no lado distal, um defeito isolado constituído de uma cavidade de 2 mm de diâmetro. Nos incisivos laterais inferiores, a polpa exposta foi contaminada com placa bacteriana do dente adjacente, selados com IRM® e reimplantados sem ferulização. Nos incisivos laterais superiores após a limpeza extrabucal dos canais com limas e soro fisiológico, o forame apical foi selado com guta-percha, o canal preenchido com hidróxido de cálcio (Calasept ®), selado com IRM e reimplantado, considerando que o período extrabucal não excedeu 5 min. Após 20 semanas, os dentes com tecido periodontal adjacente foram preparados para avaliação histológica. Esta avaliação foi classificada de acordo com os achados na interface raiz/ ligamento periodontal: bolsa periodontal, epitélio juncional longo, formação capsular, reabsorção radicular ativa, cimento reparador e anquilose. Os resultados mostraram presença de bolsa periodontal em aproximadamente 30% da amostra total. Epitélio juncional longo foi um achado predominante em dentes infectados, independente do estágio de formação radicular. Formação capsular foi encontrada em 10% dos 4 grupos com defeitos marginais e nenhum em defeitos isolados. Reabsorção radicular ativa estava presente somente em 1% dos casos. Com este estudo, concluíram que a presença de infecção pulpar promove o crescimento de epitélio marginal ao longo da superfície de dentina desnuda de cimento, independente do estágio de formação radicular, e o potencial de

reparo periodontal pareceu ser maior para dentes com ápices tratados com hidróxido de cálcio do que aqueles com ápices fechados.

Nerwich; Figdor; Messer (1993) investigaram, *in vitro*, a passagem de íons hidroxila através da dentina em 12 dentes humanos uniradiculares, após o uso de curativo de Ca(OH)_2 . Os dentes foram limpos, os canais modelados, irrigados com solução de NaOCl a 1% e ao final com solução EDTA a 17%. Foram realizadas duas cavidades em nível cervical e apical, uma mais rasa e outra mais profunda, lavadas com solução de EDTA a 17%. Dez dentes foram obturados com Calasept® e 2 dentes controle com solução salina, selados com Cavit®. Cada dente foi armazenado em 100ml de solução isotônica não tamponada e armazenada a 37°C. Entre os intervalos de tempo de 0, 3, 6, 12, 24 e 48h e 7, 21, e 28 dias, cada dente foi retirado do frasco, lavado com água destilada e as cavidades preenchidas também com água destilada. O pH no local foi medido com um microeletrodo. Os resultados mostraram que houve maior difusão de íons hidroxila em nível cervical do que apical, e que íons hidroxila não se difundiram significativamente através da raiz intacta, isto é na presença de cimento.

Em estudo, *in vitro*, Foster; Kulild; Weller (1993) quantificaram a difusão de íons Ca^{+2} e OH^- através da dentina radicular na presença ou ausência de lama dentinária. Utilizaram 40 dentes uniradiculares de tamanho e diâmetro semelhantes, cujas coroas foram separadas, os canais modelados até a lima #50 e irrigados com solução salina. Cada raiz foi colocada individualmente em um frasco com 10ml de solução salina e o valor do pH e nível de íons Ca^{+2} foi medido em 24 h. As raízes do grupo 1 receberam irrigação final com 20ml de solução salina; o grupo 2 com 10ml de solução de EDTA a 17% seguido de 10ml de solução de NaOCl a 5,25%; o grupo 3 foi irrigado igualmente ao grupo 2, mas após a secagem dos canais, estes foram preenchidos com pasta Ca(OH)_2 ; o grupo 4 foi irrigado com NaOCl e também preenchido com Ca(OH)_2 . As raízes foram seladas com Cavit® e o terço apical coberto com cera utilidade aquecida. Em 1, 3, 5 e 7 dias, os valores do pH e a concentração de

íons Ca^{+2} foram medidos. No sétimo dia uma cavidade foi feita no terço coronal de todas as superfícies radiculares e novamente em 1, 3, 5, e 7 dias o valor do pH e íons Ca^{+2} foram medidos. Os resultados mostraram valores maiores de OH^- e Ca^{+2} para os grupos 3 e 4 após colocação da pasta $\text{Ca}(\text{OH})_2$, sendo que em 3 dias os valores de íons Ca^{+2} foi de 15,6 e 13,7 ppm e em 7 dias foi de 24,8 e 23,5 ppm, respectivamente. Além disso, concluíram que a remoção da lama dentinária facilitou esta difusão.

Holland et al. (1995) realizaram um estudo, *in vitro*, com 140 dentes humanos uniradiculares para analisar a infiltração apical em dentes obturados pela técnica de condensação lateral, após terem sido preenchidos com hidróxido de cálcio. Após a remoção das coroas, os dentes foram preparados a 1mm do forame apical até lima #40, recuado 3mm e modelados até lima #60, irrigados com água destilada e secos. Sessenta dentes foram preenchidos com pó de hidróxido de cálcio misturado com propilenoglicol, selados com óxido de zinco e colocados em incubadora a 37°C em umidade 100% por 3 dias. Após este período o curativo foi removido e os dentes divididos em 6 grupos de 10 dentes cada, de acordo com a instrumentação extra: Grupo 1: lima #40; Grupo 2: limas #40 a 45; Grupo 3: limas #40 a 50; Grupo 4: limas #40 a 55; Grupo 5: limas #40 a 60; Grupo 6: limas #40 a 70. Outros 60 dentes foram preparados, porém não tinham sido preenchidos com hidróxido de cálcio (Grupos 7 a 12). Os 120 dentes foram obturados pela técnica de condensação lateral com guta-percha e óxido de zinco e eugenol, cobertos com Araldite® exceto a área ao redor do forame apical e armazenado em água por 24 h. Os dentes foram colocados em frascos com corante azul de metileno a 2%, ligados a uma bomba a vácuo por 24 h. Imediatamente após, as raízes foram quebradas vestibulo-lingualmente em 2 pedaços e a infiltração do corante foi medida linearmente usando um esteromicroscópio. Pelos resultados, os autores sugeriram que a remoção completa do hidróxido de cálcio do canal radicular não impediu o efeito da infiltração apical. Houve menor infiltração no grupo que recebeu hidróxido de cálcio como

curativo de demora, sendo estatisticamente significante quando relacionado ao grupo que não foi preenchido com hidróxido de cálcio.

Estrela et al. (1995) analisaram *in vitro* a difusão de íons hidroxila de diferentes pastas de hidróxido de cálcio através da dentina radicular. Para isso utilizaram 60 dentes humanos, que foram então instrumentados e irrigados com solução de hipoclorito de sódio a 1%. Estes canais foram secos e preenchidos com solução de EDTA, pH 7,2 por 5 min e agitados durante os últimos 2 min. Os valores de pH dos 3 veículos usados para as pastas de Ca(OH)_2 foram determinados, obtendo-se para o polietilenoglicol 400, valor de pH igual a 10,5, para a solução salina pH igual a 6,0 e para a solução anestésica valor de pH 3,6. A viscosidade das pastas foi semelhante a consistência encontrada em dentifrícios, sendo o valor de pH de todas as pastas acima de 12,4. Os dentes foram divididos em 3 grupos de 20 dentes cada, 10 com cimento apical e 10 sem cimento. Os canais foram completamente preenchidos com as pastas, condensadas com cones de papel absorvente e a câmara pulpar selada. As raízes foram então seccionadas com disco de aço a 2mm do vértice apical. Cada dente foi fixado em cera em uma base de plataforma, e cada plataforma foi preenchida com solução salina até 2 mm do final da raiz. Para eliminar variáveis, as plataformas permaceram em uma atmosfera de N_2 completamente seladas, em ausência de luz e mantidas em temperatura constante a $36,5^\circ \text{C}$. A análise da difusão de íons hidroxila foi feita pelo método calorimétrico. O pH foi determinado comparando a cor da superfície analisada com uma escala padrão preparada em tubos teste com solução tampão de pH variando entre 4 e 12. Nos dias 7, 15, 30, 45, 60, os valores de pH no canal radicular e na superfície externa da raiz foram obtidos. Os autores concluíram que ocorreu aumento do pH de 6 a 7 para 7 a 8 em 30 dias para pastas cujos veículos foram a solução salina e solução anestésica, e para o veículo propilenoglicol o mesmo aumento em 45 dias. Constataram que o valor de pH não foi maior pelo fato de haver menor número de

túbulos dentinários e de menor diâmetro no terço apical analisado, e a presença ou ausência do cimento apical não influenciou no valor de pH.

Staehele et al. (1995) pesquisaram a alcalinidade da dentina em canais radiculares contendo diferentes materiais a base de hidróxido de cálcio, e a influência da remoção da lama dentinária sobre a difusão de íons OH^- . Para isso utilizaram 70 dentes incisivos e caninos humanos extraídos, cujos canais foram modelados até lima #80. O terço radicular foi cortado com disco diamantado, criando espécimes radiculares com tamanho uniforme de 8mm. Os espécimes foram separados em 6 grupos com 10 unidades cada, sendo que 5 tiveram a lama dentinária removida. Os materiais utilizados para obturação dos canais foram: Pulpdent®, Sealapex®, Sealaper (base)®, Apexit®, Apexit (base)®, Gangraena Merz®; e grupo controle sem preenchimento. A parte apical foi selada com cera e a superfície coronal com cimento de ionômero de vidro, sendo armazenados por 7 dias a 37°C em saliva artificial. Na seqüência, os dentes foram lavados com solução fisiológica, e cortados longitudinalmente com auxílio de um cinzel e martelo, sendo separados em dois pedaços, onde foi utilizado o maior fragmento. A alcalinidade foi medida em 8 lugares, 4 próximos a superfície do canal radicular, 4 distantes do canal radicular, e para isso utilizaram um cone de papel umedecido com cresol vermelho a 1%, aplicado nos locais determinados. Se uma coloração vermelha de diâmetro entre 1 e 1,5mm surgisse, indicara reação positiva. Os resultados mostraram que quando havia remoção da lama dentinária, a alcalinização ocorria mais freqüentemente na dentina próxima ao canal, sendo que o Pulpdent apresentou a mais alta proporção de reações positivas, tanto próximo quanto distantes da luz do canal radicular. A alcalinidade encontrada próxima ao canal nos espécimes do grupo Sealapex confirmou que este cimento libera e difunde íons hidroxila, apesar de ser em menor escala quando comparado com materiais de hidróxido de cálcio veiculados em solução aquosa.

Simon; Bhat; Francis (1995) realizaram um estudo, *in vitro*, para avaliar a liberação de íons hidroxila e íons cálcio através da dentina e do cimento de materiais a base de hidróxido de cálcio veiculados a solução salina, água destilada, PMCFC e propilenoglicol. Utilizaram 40 dentes pré-molares humanos que foram preparados e armazenados em frascos com solução salina, onde se determinou o pH e a quantidade de íons cálcio inicial liberados. Depois de secos, os dentes foram preenchidos com o material correspondente ao grupo, e em seguida o terço apical e cervical foram isolados com cera e recolocados em seus frascos. Assim as medidas de pH e íons cálcio foram realizadas após 1, 3, 5, 7, 14, 21 e 30 dias. A medida do pH para todos os grupos testados não foi maior que 8,00 durante o período teste, provavelmente devido a presença do cimento radicular intacto. Já a alteração de íons cálcio foi crescente para todos os grupos devido a não renovação da solução salina que ficou em contato com os dentes, chegando a valores de 60 ppm aos 30 dias. Os resultados foram mais favoráveis para o propilenoglicol que induziu maior liberação de íons hidroxila e íons cálcio.

Esberard; Carnes Jr; Rio (1996a) em estudo, *in vitro*, analisaram os valores do pH da superfície dentinária, em 50 dentes humanos uniradiculares obturados com guta-percha e cimentos a base de hidróxido de cálcio. Foram feitas cavidades nas regiões cervical e média da superfície vestibular de cada raiz. Os dentes foram separados aleatoriamente em 5 grupos, de 10 dentes cada, sendo um deles o grupo controle cujos dentes não receberam material obturador. Os 4 grupos foram obturados pela técnica de condensação lateral com guta-percha e um cimento a base de hidróxido de cálcio, Sealapex®, Sealer 26®, Apexit® e CRCS®. Os acessos coronal e apical foram selados com Cavit®. Cada dente foi armazenado individualmente em um frasco contendo solução salina isotônica não tamponada. O pH foi medido nas cavidades em 0 e 3, 7, 14, 21, 28, 45, 60, 90, e 120 dias. Os resultados mostraram um pequeno aumento no valor do pH em 3 dias, decaindo até o 28º dia e permanecendo baixo durante todo período restante. Relataram que não houve diferença nos valores encontrados

nos grupos obturados e no grupo controle, atribuindo alteração inicial de pH à solução residual de hipoclorito de sódio que permaneceu no canal após instrumentação. A conclusão dos autores é que cimentos a base de hidróxido de cálcio não produzem pH alcalino na superfície radicular.

Em outro estudo, *in vitro*, Esberard; Carnes Jr; Rio (1996b) investigaram mudanças nos valores do pH da superfície dentinária, em 40 dentes humanos uniradiculares preenchidos com pastas de hidróxido de cálcio. Foram realizadas cavidades nas regiões cervical, média, e apical da superfície vestibular de cada raiz. Os dentes foram separados aleatoriamente em 4 grupos, de 10 dentes cada, sendo um deles o grupo controle cujos dentes não receberam material preenchedor. Os três grupos restantes foram obturados com hidróxido de cálcio aquoso ou hidróxido de cálcio veiculado com paramonofenol-canforado ou pasta comercial Pulpdent®. Os acessos das cavidades e foraminas apical foram fechados com Cavit®. Cada dente foi armazenado individualmente em um frasco contendo solução salina isotônica não tamponada. O pH foi medido nas cavidades em 0 e 3, 7, 14, 21, 28, 45, 60, 90, e 120 dias. Os resultados indicaram que íons hidroxila das pastas de hidróxido de cálcio difundiram-se pela dentina radicular em todas as regiões por um período experimental maior de 120 dias. O padrão de alteração de pH na superfície do dente foi semelhante em todas as regiões radiculares, indiferente ao tipo de pasta de hidróxido de cálcio utilizado. Ocorreu uma rápida elevação do pH de um valor inicial/controlado do pH 7,6 para pH 9,5 em 3 dias, seguido por um pequeno declínio para pH 9,0 durante os primeiros 18 dias, antes de finalmente subir e permanecer a, ou sobre pH 10,0 para o resto do período experimental. A pasta do Pulpdent na região apical foi a única exceção neste padrão, que resultou em um valor de pH 1,0 abaixo das outras pastas. Estes resultados indicaram que, para todas as pastas testadas, um alto pH é mantido na superfície radicular durante pelo menos 120 dias.

Em trabalho, *in vitro*, Gomes et al. (1996) investigaram a difusão de íons cálcio através da dentina após uso de pasta de hidróxido de cálcio. Utilizaram 6 dentes caninos humanos, que foram limpos e armazenados em solução de timol a 0,5%. Após o preparo biomecânico, o canal foi irrigado com 10 ml de ácido cítrico a 10% por 30s, em seguida com 10ml de solução salina. Após o canal ser seco com cones de papel, foi selado apicalmente com Araldite® e cervicalmente com Cavit®. Os dentes foram mantidos em gases embebidas com água deionizada. Cada dente ficou submerso em frasco de polietileno com 700ml de água deionizada aquecida a 37°C por aproximadamente 2h e meia. Para a contagem de íons Ca^{+2} em ppm da solução utilizaram o espectrofotômetro atômico. A primeira fase analisada foi a dissolução, onde os canais permaneceram vazios para estabilizar perdas de íons Ca^{+2} da estrutura do dente na solução aquosa ($\pm 1,2\text{h}$). Durante essa fase, 15 medições foram feitas para cada solução em intervalos de tempos diferentes. Dissolução e difusão I: os canais foram preenchidos com a pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e solução salina (proporção de 0,75) cuja consistência permitia ser levada ao canal por espiral lentulo. Com o preenchimento concluído, o selamento cervical foi refeito, exceto para o dente 9, cuja raiz e superfície da coroa foram completamente cobertas com araldite para checar efetivamente o selamento contra difusão de íons Ca^{+2} . Após o selamento, todos os dentes foram lavados em água deionizada e retornaram para o mesmo frasco preenchido previamente com solução aquosa. Todos os dentes permaneceram na água por 30 dias, e durante este período (fase2), 6 medições da concentração de Ca^{+2} foram feitas para cada frasco. Dissolução e difusão II: os dentes foram separados em 3 grupos: grupo1 (dente12) manteve a mesma pasta da fase 2; grupo 2 (dentes 3 e 11) a pasta que havia no interior do canal foi diluída por injeção de 10ml de solução salina. Após a lavagem com água deionizada, os dentes destes grupos foram recolocados nos respectivos frascos que continham a mesma solução salina desde o início do experimento. Para o grupo 3 (dentes 6 e 10), a pasta existente foi completamente removida com irrigação de

solução ácida seguida de solução salina, os canais secos com cones de papel, e uma nova pasta de Ca(OH)_2 foi introduzida nos canais. Depois de selados e lavados com água deionizada, os dentes deste grupo retornaram para os mesmos frascos com a mesma solução por mais 21 dias. Ao final do experimento, medições do pH foram feitas na solução em cada frasco. Os resultados mostraram que os valores de pH obtidos após 41 dias (tempo total) ficaram entre 6,89 e 7,38 e que a difusão de íons cálcio foi maior no grupo em que houve renovação da pasta de hidróxido de cálcio. Esta difusão estabilizou em aproximadamente 16 dias em todas as situações em que havia hidróxido de cálcio intracanal.

Fuss et al. (1996) analisaram, *in vitro*, o efeito do dióxido de carbono sobre a alteração do pH de pastas de hidróxido de cálcio em 62 dentes permanentes. Os dentes tiveram o cimento removido das faces vestibular e palatal para expor os túbulos dentinários. O acesso ao canal foi realizado, e este foi instrumentado a 1mm do forame apical, e irrigado com solução salina. Após, a superfície radicular externa e paredes dentinárias sofreram condicionamento ácido para assegurar a exposição dos túbulos dentinários. Os dentes foram aleatoriamente divididos em 6 grupos experimentais com 10 dentes cada, e 2 dentes serviram de controle. Em cada grupo experimental, foi colocado no canal um produto a base de Ca(OH)_2 : Calyxil®, Hydroxicalcium® e 4 pastas que foram preparadas com pó de Ca(OH)_2 com diferentes veículos (água destilada, paramonoclorofenol-canforado, solução anestésica e Solvidont®). O pH inicial das pastas foi medido pela mistura de 0,022g do material teste em 4ml de água destilada, com um medidor digital de pH. A pasta foi levada ao interior do canal com lentulo e condensadas com pressão digital, e o acesso coronal selado com Cavidentin®. Os dentes foram colocados em recipientes contendo 10 ml de água destilada por 30 dias. Cinco recipientes de cada grupo experimental foram expostos ao ar e temperatura ambiente de 26°C, e os outros 5 recipientes do mesmo grupo foram colocados em recipiente de ar lacrado, em que o ar no recipiente foi substituído por CO_2 . Após 30 dias os dentes tiveram seu

selamento coronal removido, e a pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ foi então cuidadosamente removida de cada canal com limas K, e 0,022g da preparação foi colocada em frascos contendo 4ml de água destilada, sendo estes colocados por 30min em uma centrífuga para posteriormente medir o pH. O pH do meio em volta do dente nos frascos também foi medido. Na avaliação dos resultados, verificaram que não houve mudança significativa no pH dos dentes preenchidos com pasta antes e depois da exposição ao ar, entretanto o pH das pastas em dentes expostos ao CO_2 foi significativamente reduzido. Não houve diferença significativa de pH entre os 6 grupos experimentais. Após 30 dias expostos ao CO_2 ainda mantinham pH bactericida dentro do canal radicular.

Rehman et al. (1996) realizaram uma pesquisa, *in vitro*, para observar a difusão de íons cálcio através do forame apical e túbulos dentinários, de dentes tratados endodonticamente com um material obturador e com um curativo de demora contendo hidróxido de cálcio. Oitenta e oito dentes unirradiculares foram separados em 4 grupos teste de 20 dentes cada e um grupo controle de 8 dentes. Um dos grupos foi obturado pela técnica de condensação lateral de guta-percha associado ao cimento Apexit e o outro grupo foi preenchido com pasta de hidróxido de cálcio Rootcal®. Para os outros 2 grupos teste, foi criado um defeito radicular artificial no terço apical da raiz, e os canais foram preenchidos da mesma maneira como os primeiros dois grupos. A porção coronal de cada dente foi selada com cimento de ionômero de vidro, e os dentes foram completamente cobertos com esmalte de unha, com exceção dos 3mm ao redor do forame apical e dos defeitos artificiais na raiz. Quando secos, foram armazenados em ampolas plásticas contendo 2ml de água deionizada (pH 6,3) e incubados a 37° C. A difusão de íons cálcio foi analisada depois de 1, 2 e 3 dias e 1, 2, 3, 4 e 8 semanas. Houve mais cálcio difundido com os grupos de pasta (Rootcal) comparados com os grupos obturados (Apexit) ($p < 0,05$). A difusão de íons cálcio ocorreu através do forame e do defeito radicular, sendo que esta difusão foi maior para os dentes

preenchidos com Rootcal pelo forame apical do que naqueles com defeito radicular artificial ($p < 0,05$).

Caliskan e Sen (1996) avaliaram, em longo prazo, clínica e radiograficamente os tratamentos endodônticos em 172 dentes com raiz completamente formada e com radiolucidez periapical. Destes, 65 apresentavam sinais e sintomas de abscesso periapical agudo com dor, sensibilidade a percussão, mobilidade dental e celulite facial; 107 assintomáticos, entre estes, 28 dentes apresentavam fistula intra-oral e 7 dentes fistula extra-oral. Todos foram tratados endodonticamente com curativo de demora de pasta de hidróxido de cálcio. Posteriormente os canais foram obturados com material que continha hidróxido de cálcio e guta-percha pela técnica de condensação lateral. Em 58 dentes, o material preenchedor foi acidental ou intencionalmente extravasado nas lesões. Os pacientes retornaram em intervalos de 3 meses no primeiro ano e 6 ou 12 meses do 2º ao 5º ano para avaliar o estágio de reparo periapical clínica e radiograficamente. Os dentes nos quais o revestimento foi extravasado não mostraram reparo diferente daqueles tratados convencionalmente. O índice de reparo (ausência de sintomas e completo desaparecimento da radiolucidez periapical) para todos os casos foi de 80,8% enquanto o reparo incompleto (somente diminuição do tamanho da lesão) aconteceu em 7,6% dos casos.

Leonardo et al. (1997) realizaram um estudo em 80 dentes de 4 cães, para avaliar histologicamente o reparo apical e periapical após biopulpectomia, com obturação dos canais com 4 tipos diferentes de cimentos a base de hidróxido de cálcio. Com os animais anestesiados, os dentes foram isolados, abertos, instrumentados, irrigados com solução salina e ao final com solução de EDTA 14,3%. Após a secagem dos canais com cones de papel, os dentes foram obturados pela técnica de condensação lateral com guta-percha associada aos seguintes cimentos de acordo com seu grupo: Sealapex[®] (grupo A); CRCS[®] (grupo B), Apexit[®] (grupo C) e Sealer 26[®] (grupo D), foram então selados com cimento de fosfato de

zinco e restaurados com amálgama. Decorridos 180 dias, os cães foram sacrificados e preparados para a avaliação histológica. Os resultados mostraram que com o uso do cimento Sealapex não houve ocorrência de infiltrado inflamatório e reabsorção de tecido mineralizado. Entretanto, para o cimento CRCS ocorreu selamento parcial e moderado infiltrado inflamatório na região apical. Quando analisaram o Apexit e Sealer 26 verificaram frequentemente ausência de selamento apical e ativa reabsorção de tecido mineralizado em muitos casos, sendo mais severa para o cimento Apexit. Concluíram que o cimento Sealapex foi o que melhor permitiu a deposição de tecido mineralizado em nível apical e o único que proporcionou o selamento completo.

Sheehy e Roberts (1997) realizaram uma revisão de literatura sobre o uso do hidróxido de cálcio como indutor da formação de barreira apical e reparo de dentes permanentes imaturos. A realização de tratamento endodôntico nesses dentes é complicada pela característica divergente da parede do canal radicular e o ápice ser aberto, dificultando a obturação. O hidróxido de cálcio é o material mais comumente utilizado por possuir as seguintes propriedades: efeito antibacteriano, alto pH, habilidade de dissolver tecido pulpar necrótico e induzir a formação óssea. Normalmente a barreira apical está incompletamente calcificada e sua origem pode ser proveniente de células odontogênicas da polpa e da bainha epitelial de Hertwig que sobreviveram do processo inflamatório. Os fatores que influenciam no tempo para formar a barreira e o reparo periapical são: tamanho do forame apical no início do tratamento, idade, presença de infecção, sintomatologia, número de trocas de hidróxido de cálcio necessárias e limpeza adequada do canal. Apesar do sucesso com uso do hidróxido de cálcio para formação da barreira apical e do reparo ósseo, o acompanhamento em longo prazo desses dentes é necessário, pois problemas como falhas no controle da infecção, infecção recorrente e fratura cervical radicular podem ocorrer.

Segura et al. (1997) realizaram uma pesquisa para investigar os efeitos do hidróxido de cálcio sobre as funções de células inflamatórias, como os macrófagos. Para a pesquisa, macrófagos foram obtidos de ratos Wistar. Em cada rato foi injetado intraperitonealmente 5ml de solução estéril com caseína sódica a 6%, e após 4 dias os ratos foram sacrificados e a cavidade peritoneal foi lavada com 10 ml de cloreto de sódio a 0,9% gelado. Depois de 2 min de massagem, o exudato celular foi removido com uma seringa e centrifugado por 10 min, onde as células vermelhas do sangue foram lisadas com cloreto de sódio a 0,2% gelado, e as células remanescentes foram lavadas com cloreto de sódio a 0,9% centrifugadas e a suspensão usada para o experimento. Após a adição de hidróxido de cálcio houve um decréscimo no índice de aderência dos macrófagos em todos os tempos testados (5, 15 e 30 min) e um aumento crescente do pH. Além disso, seu efeito pode explicar pelo menos em parte, a propriedade do hidróxido de cálcio de induzir a formação de tecido mineralizado, quando osteoclastos e dentinoclastos diminuem suas funções pela ação do hidróxido de cálcio, predominando o mecanismo osteogênico.

Staeble; Thoma; Muller (1997) em estudo, *in vitro*, com 60 dentes incisivos e caninos, avaliaram a qualidade da obturação de canais radiculares obtidas em condições controladas com 3 sistemas diferentes de aplicação (seringa, lentulo e manualmente) comparando 2 métodos de avaliação (radiografias e cortes seriados). Após remoção da coroa, as raízes tinham um comprimento uniforme de 15mm, os canais foram modelados a 1mm do ápice até lima #50, com irrigação de solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e secos com cones de papel #50, em seguida os canais foram obturados com suspensão aquosa de hidróxido de cálcio contendo sulfeto de bário para contraste ao Rx, e divididas em 3 grupos de 20 raízes cada, de acordo com o método de aplicação (seringa, lentulo e instrumento manual). Após a obturação dos canais, foram feitas radiografias no sentido vestibulo-lingual e mesio-distal, e então as raízes foram colocadas em incubadora por 30 min a 37°C. A seguir as raízes foram

seccionadas a 12, 8, 4 e 1mm do ápice com disco diamantado e fixadas em suporte de resina acrílica para evitar perda do material de preenchimento. Os critérios de avaliação foram: qualidade da obturação no comprimento total do canal, número e extensão de bolhas de ar e falhas no preenchimento no comprimento total do canal, qualidade do preenchimento na parte apical, tanto para as radiografias quanto para os cortes seriados, graduados de I (deficiente) à III (suficiente). Os resultados demonstraram obtenção de canais obturados com qualidade com sistema de lentulo e seringa quando comparado ao instrumento manual.

Turkun e Gengiz (1997) realizaram um estudo, *in vitro*, para verificar o efeito do hipoclorito de sódio sobre a dissolução tecidual e limpeza do canal radicular. Para este fim, o estudo foi realizado em duas partes, a primeira para investigar a capacidade dissolvente tecidual do NaOCl 0,5% e Ca(OH)₂ quando utilizados separadamente ou combinados por diferentes períodos. Estes foram testados em amostras de tecido muscular bovino necrótico, sendo que houve a pesagem do tecido antes e depois do experimento, e a alteração de peso foi calculada. A segunda parte utilizou MEV para avaliar a presença da lama dentinária e limpeza da parede dos canais radiculares, em 40 dentes unirradiculares humanos. Foram utilizadas diferentes substâncias irrigadoras em diferentes períodos de tempo: NaOCl a 5%; NaOCl a 0,5%; Ca(OH)₂ pasta 24h + NaOCl a 0,5%; Ca(OH)₂ pasta 7 dias + NaOCl a 0,5%; Ca(OH)₂ solução + NaOCl a 0,5%; Ca(OH)₂ pasta 7 dias + água destilada, sendo irrigação convencional ou com ultra-som. O NaOCl a 5% foi mais efetivo na dissolução do tecido necrótico quando comparado aos resultados obtidos com o NaOCl a 0,5%. Esta diferença foi estatisticamente significativa. Porém, na presença de tratamento prévio com Ca(OH)₂ por 24h ou 30 min (solução) não houve diferença estatística. Para a segunda parte dos estudos, os resultados mostraram superfícies apical e média significativamente mais limpas para os grupos pré-tratados com pasta de Ca(OH)₂ por 24h e 7 dias e irrigados com NaOCl a 5% e a

0,5% por meio de ultra-som. Os autores recomendaram o uso prévio de Ca(OH)_2 para aumentar a capacidade dissolvente e eficácia de limpeza do NaOCl a 0,5%.

Guigand et al. (1997) realizaram um estudo, *in vitro*, em dentes de porco para avaliar a penetração de cálcio na dentina pelo óxido de cálcio e hidróxido de cálcio. Após a extração, os dentes tiveram a polpa extirpada e foram separados em 3 grupos de 9 dentes cada: grupo controle (A); grupo com preenchimento de óxido de cálcio (B); grupo com hidróxido de cálcio (C). Os dentes não foram instrumentados e os forâmens selados com cimento de óxido de zinco e sulfato de cálcio sem eugenol. As amostras foram encubadas separadamente em um recipiente umedecido em uma câmara anaeróbia. Três dentes de cada grupo foram encubados por 8, 15 ou 21 dias. Os resultados mostraram que o uso do óxido de cálcio obteve as relações de Ca/P por microanálise mais altas e as maiores distâncias percorridas do canal em direção ao cimento. As fotografias pelo MEV confirmaram estes resultados e mostraram retrodifusão correspondentes a penetração (franjas). A conclusão que os autores chegaram é que ambos os materiais liberam íons Ca^{+2} , promovendo a transferência de íons Ca^{+2} do material de preenchimento para a dentina radicular.

Kouvas et al. (1998) examinaram pelo MEV, a influência da lama dentinária na capacidade de penetração de 3 cimentos obturadores nos túbulos dentinários. Utilizaram 40 dentes uniradiculares humanos, cujo terço apical externo foi coberto com cera utilidade e os canais foram instrumentadas até lima #60, e irrigados com NaOCl a 1%. A seguir, as raízes foram separadas em dois grupos: o grupo A, irrigado com solução comercial de EDTA a 15% por 3min, complementado com irrigação de 3ml de NaOCl a 1%; o grupo B, recebeu 3ml de NaOCl a 1% e ambos os grupos foram irrigados ao final com 3ml de água destilada e secos com cones de papel. Após a secagem, 6 dentes de cada grupo foram obturados com Sealapex[®], CRCS[®], Roth 811[®] associados a guta-percha pela técnica da condensação lateral e selados com Cavit[®]. Dois dentes de cada grupo foram utilizados como controle. As raízes

ficaram armazenadas por 15 dias a 37°C em umidade 100%, e após este período cortadas longitudinalmente em partes iguais e preparadas para o MEV. Os resultados mostraram a penetração dos 3 cimentos obturadores na dentina exposta no grupo A, sendo o Sealapex o que penetrou mais profundamente os túbulos dentinários, sendo que este fato pode ser atribuído ao menor tamanho de suas partículas e sugere que a menor tensão superficial deste cimento favoreça o nível de penetração. Já no grupo B, nenhum material foi encontrado penetrando nos túbulos.

Wadachi; Araki; Suda (1998) analisaram em MEV os efeitos da pasta de Ca(OH)_2 na dissolução de tecido pulpar da parede do canal radicular. Utilizaram 38 dentes uniradiculares bovinos não instrumentados, divididos em pequenos espécimes, num total de 300 espécimes. Os grupos teste receberam tratamento de NaOCl, Ca(OH)_2 ou uma combinação de Ca(OH)_2 e NaOCl. O grupo controle não recebeu tratamento. As paredes do canal foram observadas através de MEV, e comparadas quanto a quantidade de tecido pulpar remanescente entre os grupos. A quantidade de restos de tecido pulpar foi notavelmente reduzida nos grupos tratados com NaOCl por mais de 30 s e Ca(OH)_2 por 7 dias. A associação das duas soluções foi mais efetiva do que quando no uso das substâncias isoladas. Pelos resultados, os autores sugeriram que a utilização do Ca(OH)_2 como curativo de canal, constitui um agente efetivo na remoção de restos pulpares da parede do canal radicular.

Calt; Serper (1999) analisaram, *in vitro*, 42 dentes permanentes uniradiculares humanos, para verificar a penetração nos túbulos dentinários de cimentos obturadores após o uso por período determinado de um curativo de demora a base de hidróxido de cálcio. Os canais radiculares foram instrumentados no forâmen apical até lima #60, e o terço médio e cervical modelados com brocas Gates 3 a 5. Durante o preparo, a irrigação foi realizada com solução de NaOCl a 5%, seguido de 10ml de EDTA a 17%, finalizando com 10ml de NaOCl a 5% para remoção da lama dentinária. O grupo controle ficou constituído por 6 dentes sem

preenchimento de curativo e o restante foi separado em 2 grupos. Os canais do primeiro grupo foram preenchidos com pasta de Ca(OH)_2 na proporção de 1g de pó para 1ml de solução salina. Para o segundo grupo utilizaram Tempcanal®. Os dentes ficaram armazenados na incubadora a 37°C em umidade relativa de 100% por 7 dias. Após este período, metade dos dentes de cada grupo foi irrigada com 10 ml de NaOCl a 5% e a outra metade com solução de EDTA a 17% seguido de NaOCl para remover a pasta de Ca(OH)_2 do canal. Todos os dentes do grupo experimental e controle foram obturados com CRCS, AH16 e Ketac Endo® pela técnica de condensação lateral. As amostras foram então mantidas na mesma condição ambiental por outros 7 dias, e então as raízes foram seccionadas longitudinalmente e processados para avaliação do MEV. Os resultados indicaram que o Ca(OH)_2 usado neste estudo não foi completamente removido do canal quando a irrigação foi somente com NaOCl. Por causa desta ação de bloqueio, não observaram a penetração do cimento nos túbulos dentinários. Por outro lado, quando o canal foi irrigado com EDTA, observaram que partículas de Ca(OH)_2 foram completamente removidas das paredes do canal radicular, e a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários foi efetiva.

Çalt et al. (1999) analisaram, *in vitro*, a difusão de íons cálcio e hidroxila de materiais a base de hidróxido de cálcio através da dentina de 28 dentes humanos permanentes unirradiculares. Os canais foram modelados até a lima #60 e a irrigação realizada com solução de NaOCl a 2,5%. Cavidades externas de 3mm de diâmetro e 1mm de profundidade foram criadas no terço coronal da superfície radicular, irrigadas com solução de EDTA a 17% e lavadas com água destilada. Todas as superfícies, exceto a cavidade, foram seladas com duas camadas de esmalte de unha e os dentes foram colocados em tubos de vidro contendo 10ml de solução salina, mantidos a 37°C. As concentrações de íons cálcio e os valores pH foram mensurados pelo *Electrolyte Analyzer*®. As medidas obtidas nos 3 primeiros dias foram anotadas como controle. Após a remoção dos dentes da solução salina, foram aleatoriamente

separados em 4 grupos. Os grupos foram preenchidos com: obturador temporário DT[®], pó de Ca(OH)₂ associado a solução salina, TempCanal[®] e cones de Ca(OH)₂. Os dentes foram então recolocados em solução salina e a concentração de íons cálcio e o valor do pH foram medidos em 1, 3, 7, 14 e 28 dias. Os resultados mostraram que, após 3 dias de controle, todas os dentes liberaram a quantidade de íons cálcio de 0,28 mg/dl por minuto. No decorrer de 28 dias, a quantidade de íons cálcio liberada das pastas aumentou cerca de 5x e não houve diferença significativa entre elas. Os cones de Ca(OH)₂ não induziram liberação considerável de íons cálcio durante o período teste, sendo que a diferença entre as pastas e os cones foi estatisticamente significativa. Para os valores de pH, os espécimes estiveram em torno de 7,64 e não houve diferença significativa entre os grupos. Entretanto, ocorreu um efeito altamente significativo do tempo sobre as mudanças de pH, sendo que todos os grupos foram afetados por igual, com queda gradual no valor do pH.

Estrela et al. (1999) revisando a literatura sobre materiais obturadores e suas propriedades, enfatizaram o efeito dos veículos sobre as propriedades antimicrobianas da pasta de hidróxido de cálcio. A ação do hidróxido de cálcio explicaria como o alto pH inibe atividades enzimáticas essenciais para a vida das bactérias, isto é, metabolismo, crescimento e divisão celular. O efeito do pH sobre o transporte de nutrientes e componentes orgânicos através da membrana citoplasmática determinaria sua ação tóxica sobre as bactérias. O hidróxido de cálcio é um pó branco com elevado pH (12,5) e é levemente solúvel em água (1,2g/l a 25°C). É importante ressaltar que o hidróxido de cálcio quando em contato direto com tecido conjuntivo, aumenta a zona necrosada, causando desnaturação protéica e a formação de tecido mineralizado. Este mecanismo de ação nos tecidos, induzindo a deposição de tecido duro, é um aspecto extremamente importante para indicação do hidróxido de cálcio pois demonstra sua excelente compatibilidade biológica. O resultado das pesquisas tem demonstrado que o veículo tem somente uma tarefa de suporte no processo de atividade

microbiana, dando características químicas às pastas (dissociação, difusibilidade e capacidade de preenchimento), que são decisivas para o potencial antimicrobiano e reparo do tecido. Concluíram que o veículo, adicionado ao hidróxido de cálcio, dá à pasta características químicas influenciando a capacidade de preenchimento e a razão de dissociação iônica e difusão. E ainda que, o hidróxido de cálcio associado a veículos hidrossolúveis tem melhor comportamento biológico, isto é, melhores qualidades antimicrobianas e de reparação tecidual.

Nurko; Garcia-Godoy (1999) realizaram acompanhamento clínico e radiográfico de 15 crianças entre 2 e 7 anos de idade, que tiveram no total 33 dentes decíduos tratados endodonticamente utilizando Vitapex[®] como material obturador. O tratamento foi considerado bem sucedido, quando clinicamente, o dente não apresentava dor e mobilidade patológica e a gengiva estava saudável e ausência de fístula. Nos casos em que havia a presença de radiolucidez na radiografia, uma redução em seu tamanho ou regeneração do osso na área que se seguiram, foram considerados como sucessos. Todos os casos revelaram excelentes sinais clínicos e radiográficos de sucesso e nenhum paciente queixou-se de dor ou sensibilidade após o tratamento. Concluíram que as principais vantagens da pasta Vitapex[®] são a sua reabsorção pelos tecidos periapicais que ocorre de 1 semana a 2 meses; sua característica de ser radiopaca não sendo uma massa espessa, dessa forma facilmente inserida e removida dos canais quando necessário; e ainda, por apresentar-se aparentemente inócua ao germe do dente permanente. Entretanto, convém ressaltar a importância de estudos adicionais com uma maior preservação, a fim de avaliar se existe algum dano ao germe permanente sucessor de dentes decíduos tratados com esta pasta em longo prazo.

Trope; Delano; Orstavik (1999) avaliaram imagens radiográficas de dentes com lesão apical tratados em uma ou duas consultas com ou sem desinfecção prévia com hidróxido de cálcio. Assim, para o grupo 1 o tratamento endodôntico foi completado em uma única

consulta; para o grupo 2 após a instrumentação do canal este permaneceu vazio, mas fechado por uma semana quando então o tratamento foi concluído; para o grupo 3 após instrumentação e limpeza do canal este foi preenchido com hidróxido de cálcio. As radiografias foram padronizadas com uso de posicionador e avaliadas pelo índice periapical (PAI), que determina a ausência, presença ou alteração do estado da doença, por 9 observadores que não sabiam o objetivo do estudo. O grupo 3 mostrou melhoria no índice PAI de 3,4 ou 5 (ruim) para 1 ou 2 (bom), seguido pelo grupo 1. A desinfecção adicional pelo hidróxido de cálcio antes da obturação mostrou um aumento no índice de reparo de 10%, e esta diferença é clinicamente importante.

Weiger; Rosendahl; Lost (2000) realizaram um estudo clínico panorâmico para avaliar a influência do revestimento de hidróxido de cálcio intersessão no reparo de lesões periapicais de dentes necrosados, comparando tratamento endodônticos realizados em sessão única com tratamento em duas consultas, que utilizava com curativo de demora, pasta na consistência de creme de hidróxido de cálcio com soro fisiológico. O acompanhamento foi realizado após 6 meses, 1, 2, 3, 4 e 5 anos, obtendo os seguintes dados: 52 dentes com reparo completo: sucesso, com ausência de sinais clínicos e sintomas, radiograficamente espaço do ligamento periodontal normal; 11 dentes com reparo incompleto: ausência de sinais clínicos e sintomas, mas radiograficamente redução da lesão ou sem alteração em 4 anos; 4 dentes ausência de reparo: insucesso, com sinais clínicos e sintomas de periodontite apical na fase aguda e radiograficamente lesão persistente por mais de 4 anos ou surgimento de nova lesão. Não houve diferença estatística entre os grupos, e pelo período de observação de 5 anos os casos de sucesso excederam 90%.

Katebzadeh; Sigurdsson; Trope (2000) pesquisaram em 72 dentes de cães, o reparo periapical de canais radiculares infectados comparando radiograficamente dentes obturados com e sem desinfecção prévia com hidróxido de cálcio por um período de até 6 meses. Para

isso, utilizaram os seguintes critérios: reparo (presença de trabeculado ósseo e espaço do ligamento periodontal normal); melhora (redução do tamanho da lesão); insucesso (nenhuma mudança ou aumento do tamanho da lesão). Os resultados mostraram que radiograficamente a porcentagem de reparo completo foi similar, porém o grupo que realizou tratamento prévio com hidróxido de cálcio teve menor índice de insucesso (16% vs. 46%) e maior índice de casos de melhora (47% vs. 23%) do que o grupo de obturação em sessão única. Considerando-se assim clinicamente importante o curativo intersessão de hidróxido de cálcio como auxiliador no reparo de lesão periapical.

Deveaux; Dufour; Boniface (2000) avaliaram a profundidade e a densidade, de obturações de canais radiculares com pasta de hidróxido de cálcio utilizando 5 meios de inserção. Foram feitas radiografias proximais e vestibulares de 50 dentes uniradiculares pré-molares superiores para determinar anatomia interna. Os dentes foram abertos e modelados até lima #25 à 1mm do forâmen apical e os dois terços coronais com lima #1 a #5 Rispi® em contra-ângulo, irrigados com solução de NaOCl a 2,5%. A seguir foram posicionados em sistema padronizado e radiografias digitalizadas (proximal e vestibular) foram realizadas para medir a densidade dos canais vazios. Uma pasta de hidróxido de cálcio e sulfeto de bário (2:1) foi preparada na consistência semifluida, e os dentes foram separados em 5 grupos de 10 dentes cada de acordo com a técnica de obturação: Gutta-condensor; Meca Shaper; lima ultrassônica tipo-K; Lentulo e Past inject. As radiografias digitais realizadas após o preenchimento, foram analisadas por terços. Os resultados foram mais favoráveis a Past inject e a lentulo recomendando-os para colocação de pasta de hidróxido de cálcio nos canais radiculares.

Mani et al. (2000) realizaram estudo clínico com 60 molares inferiores decíduos de 50 crianças entre 4 e 9 anos de idade livres de qualquer doença sistêmica, do Departamento de Odontologia e Dentística Preventiva (Centro de Ciências de Saúde Oral, Índia). Selecionaram

dentes que mostraram sinais de envolvimento pulpar, periapical, inter-radicular e sem mobilidade anormal, foram feitas radiografias para excluir dentes com reabsorção radicular patológica externa/interna ou suporte ósseo inadequado. Sendo o objetivo deste estudo avaliar o Ca(OH)_2 como material obturador de canal radicular em dente decíduo, usando óxido de zinco e eugenol (ZOE) como controle. O procedimento envolvia acesso adequado com remoção de tecido cariado, e os canais irrigados com NaOCl 5%, radiografia de odontometria para determinar o comprimento dos canais radiculares, o comprimento de trabalho foi mantido a 1mm aquém do ápice, e os dentes foram preparados com lima H # 30 a 35, com irrigação de NaOCl constante e a última irrigação com solução de metronidazol intravenosa a 0,5%. A obturação foi feita com Ca(OH)_2 em pasta base de metil celulose ou óxido de zinco e eugenol, feita em consistência média, preenchendo os canais com auxílio de lentulo. O acesso foi selado com óxido de zinco e eugenol, os dentes radiografados e avaliados a cada 2 meses por 6 meses. Avaliaram clinicamente dor, sensibilidade a percussão e mobilidade; pela imagem radiográfica os dentes foram avaliados na mudança do tamanho da radiolucidez, e reabsorção do material obturador, ambos na sobreobturação e na reabsorção radicular fisiológica. A radiografia após a obturação revelou que 87 de 120 canais estavam preenchidos adequadamente, 26 canais sobreobturados e 7 canais falta de preenchimento. No grupo ZOE, 15 foram sobreobturados, dos quais 5 mostraram reabsorção do material em 2 a 4 meses, 6 “excessos” migraram para área inter-radicular. Para o grupo Ca(OH)_2 com 11 canais sobreobturados, estes mostraram reabsorção completa do material em 2 meses ($p < 0,005$) apresentando diferença estatística entre os grupos. Havia 15 dentes com radiolucidez no grupo ZOE e em 7 houve reparo completo (46,6%), no grupo Ca(OH)_2 em 21 dentes com radiolucidez inicial, em 12 (57,1%) ocorreu reparo em 6 meses, e decréscimo na radiolucidez, mas não reparo completo em 7 dentes (ZOE) e 8 dentes (Ca(OH)_2), no período de estudo. Ocorreu 1 insucesso em cada grupo, com aumento da radiolucidez. Dos 10 dentes com

reabsorção fisiológica no grupo ZOE, 4 a obturação reabsorveu na mesma velocidade da raiz e em 6 a reabsorção foi mais lenta da obturação que da raiz. Já dos 6 dentes com reabsorção no grupo Ca(OH)_2 , 5 mostraram reabsorção ao mesmo tempo que a raiz e 1 dente mostrou ausência do material na raiz. Neste grupo, antes da reabsorção das raízes a ausência parcial do Ca(OH)_2 foi encontrada em 13 dentes (43,3%). O alto índice de sucesso com 87,7% e ausência de qualquer resposta adversa neste estudo prova as propriedades favoráveis do uso do Ca(OH)_2 , estes achados positivos são suficientes para garantir seu uso como material obturador de canais radiculares de dentes decíduos.

Estrela et al. (2000) investigaram a ação antimicrobiana do MTA, cimento de Portland, pasta de hidróxido de cálcio (PHC), Sealapex e Dycal. Também foram analisados os elementos químicos do MTA e dois cimentos de Portland. Quatro cepas bacterianas padrão: *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, um fungo selvagem, *Candida albicans*, e uma mistura destas foi utilizada. Trinta placas de Petri com 20ml de agar BHI foram inoculadas com 0,1ml das suspensões experimentais. Três cavidades, cada uma medindo 4mm de profundidade e 4mm de diâmetro, foram feitas em cada placa de agár usando um rolo de cobre, que em seguida foram preenchidas com o produto a ser testado. As placas foram pré-incubadas em temperatura ambiente por 1h seguida por incubação a 37°C por 48h. Os diâmetros das zonas de inibição microbiana foram então medidos. Amostras dos halos de difusão e de inibição de cada placa foram retiradas e imersas em 7ml de caldo BHI e incubadas a 37°C por 48h. Análises de elementos químicos presentes no MTA e em duas amostras de cimento de Portland foram analisadas com um Rx espectrômetro de fluorescência. Os resultados mostraram que a atividade antimicrobiana da pasta de hidróxido de cálcio foi superior ao MTA, cimento de Portland, Sealapex e Dycal, para todos os microorganismos testados, apresentando zonas de inibição de 6 a 9,5mm e zonas de difusão de 10 a 18mm. O MTA, cimento de Portland, e Sealapex apresentaram

somente zonas de difusão e entre estas, Sealapex produziu a zona maior. Dycal não mostrou zonas de inibição ou de difusão. Cimentos de Portland contêm os mesmos elementos químicos que o MTA, sendo que este também contém bismuto.

Schäfer e Behaissi (2000) realizaram uma pesquisa, *in vitro*, com 140 dentes humanos uniradiculares, para verificar alteração do pH no meio externo ao dente, com o uso intracanal de cones de guta-percha contendo Ca(OH)_2 . Aleatoriamente os dentes foram separados em 12 grupos teste e 2 grupos controle (n=10). Após o acesso endodôntico, todos os canais foram modelados a 1mm do vértice radicular, irrigados com 5ml de solução NaOCl a 2,5%, entre o uso de cada lima, sendo que a irrigação final foi realizada com solução salina. Em cada grupo teste, a lama dentinária foi removida pela aplicação de 2ml de EDTA a 17% por 5 min. Imediatamente após a limpeza e secagem, 60 dentes foram preenchidos com suspensão aquosa de Ca(OH)_2 com auxílio de espiral lentulo. Os outros 60 dentes foram preenchidos com cones de guta-percha contendo Ca(OH)_2 e selados com Cavit[®]. Os dentes foram armazenados em solução salina não tamponada a 37°C até a junção cimento/esmalte. Após 24h, 3 e 7 dias os dentes foram lavados com água destilada e então cortados longitudinalmente e separados. Foram feitas 4 pequenas cavidades na dentina com baixa rotação, usando uma broca redonda de diâmetro 1mm. Determinou-se o pH com um micro-eletrodo, a partir de 2µl de solução salina em cada cavidade. Os resultados mostraram que independente do tempo de exposição, o grupo que utilizou a suspensão aquosa de hidróxido de cálcio sempre resultou no aumento do pH da dentina radicular, quando comparado com o grupo que utilizou os cones de guta-percha e com o grupo controle, sendo a diferença altamente significativa. O valor mais alto do pH foi alcançado em 24 h após o preenchimento com a suspensão de hidróxido de cálcio.

Duarte et al. (2000) avaliaram o pH e a liberação de íons cálcio de 3 cimentos obturadores de canais radiculares: Sealapex, Sealer 26 e Apexit. Após a manipulação, os

cimentos foram inseridos em tubos longos de 1cm por 4mm de diâmetro e imersos individualmente em frascos com 10ml de água deionizada, armazenados a 37°C. Os tubos foram removidos em 24 e 48 h, 7 e 30 dias, e a água na qual eles foram imersos foi medido o pH e a quantidade de íons cálcio, através de espectrofotometria de absorção atômica. Em 48h, o cimento Sealapex produziu um pH alcalino e quantias de cálcio liberadas significativamente mais altas quando comparadas com os outros 2 cimentos, até mesmo depois de 30 dias. Em base dos resultados obtidos, concluíram que o cimento Sealapex apresentou maior liberação de íons cálcio e hidroxila, especialmente depois de intervalos de tempo mais longos, considerando que Sealer 26 mostrou liberação mais alta durante os períodos iniciais. Enquanto que o cimento Apexit não apresentou resultado satisfatório.

Metzger; Solomonov; Mass (2001) avaliaram a retenção do hidróxido de cálcio em canais radiculares amplos com ápices abertos. Utilizaram 50 dentes humanos extraídos, dos quais 3 a 4 mm apicais das raízes foram removidas e preparadas com brocas para dar forma de raízes imaturas com canais largos e ápices abertos, e foram aleatoriamente divididos em 5 grupos com 10 dentes cada. Os canais limpos e secos foram preenchidos com as seguintes amostras de hidróxido de cálcio: pasta a (Calasept[®] injetável), pasta b (creme de hidróxido de cálcio + água destilada), pasta c (pasta b + sulfato de bário), pasta d (pasta b + pó de hidróxido de cálcio), pasta e (pasta c + pó de hidróxido de cálcio). Os dentes foram mantidos em tubos contendo solução salina tamponada a 37°C, e uma vez por semana foram removidos e radiografados. Os resultados mostraram que a radiopacidade e a densidade do hidróxido de cálcio foi mais alta quando a condensação foi utilizada, e o uso do sulfato de bário não deve ser recomendado, pois ele obscurece a perda do material do interior do canal.

Resende (2001) verificou, *in vitro*, a possibilidade da realização do preparo biomecânico em dentes decíduos, além de detectar em dois sentidos radiográficos as consequências do desgaste promovido pela instrumentação, identificando as zonas de perigo

(ZP), e relacionado-as com as áreas de reabsorção fisiológica (RF). Para isto, utilizou 123 raízes de dentes anteriores e posteriores decíduos, com no mínimo dois terços de raiz e ausência de reabsorções perfurantes nos terços radiculares. A instrumentação foi realizada até lima #40 para dentes anteriores e posteriores e lima #60 para dentes anteriores e a irrigação com NaOCl a 1% para todos os dentes. Os resultados para dentes anteriores mostraram que a instrumentação realizada até o #40, foi mais segura quanto a presença de ZP e RF. As raízes dos dentes molares inferiores, por serem similares anatomicamente, tiveram baixo risco a instrumentação. Para os dentes primeiros molares superiores, as raízes vestibulares, em sua maioria, devem ser instrumentadas até o instrumento #35. O terço apical foi o de maior incidência de ZP em todos os grupos testados, indicando o uso do germe do dente permanente como limite na odontometria. Não houve relação de ZP e RF. Concluiu que a morfologia dos dentes decíduos permite a realização com segurança da instrumentação durante o preparo biomecânico para todos os dentes decíduos.

Allan; Walton; Schaffer (2001) realizaram um estudo, *in vitro*, para determinar o tempo de endurecimento para cimentos endodônticos. A amostra foi composta de 120 dentes humanos uniradiculares, separados em 30 dentes por grupo de acordo com os materiais a serem testados: Roth[®], Sealapex[®], Tubuliseal[®] e AH 26[®]. Todos os dentes foram abertos, modelados e irrigados ao final com NaOCl a 2,6%, secos e obturados pela técnica de condensação lateral e selados com IRM. Os dentes ficaram armazenados em meio a 37°C e umidade 100% por 8 semanas. O restante do material obturador usado nos dentes foi colocado em uma fina camada sobre uma placa de vidro. Em intervalos semanais o endurecimento do cimento foi avaliado removendo um dente da incubadora e cortando-o longitudinalmente para expor a interface guta-percha/cimento. Os resultados mostraram inconsistência no tempo de endurecimento do cimento nos espécimes no mesmo grupo e entre eles. Na maioria dos canais ocorreu o endurecimento parcial do cimento em 1 semana (AH26, Sealapex e Tubuliseal) e

completamente após 4 semanas. Para o grupo do cimento Roth, o endurecimento ocorreu em sua maioria após 8 semanas. Os cimentos sobre a placa de vidro endureceram mais rápidos.

Minana; Carnes; Walker (2001) realizaram uma pesquisa, *in vitro*, com 36 dentes caninos permanentes hígidos, para avaliar o pH da superfície da dentina radicular após obturação do canal com hidróxido de cálcio e óxido de cálcio. Analisaram também, se o dióxido de carbono provocava alteração sobre o pH da superfície radicular. Os canais foram limpos, modelados e irrigados com solução de NaOCl a 5,25%. A irrigação final foi realizada com solução de EDTA a 17%. Duas cavidades de 1mm de profundidade e 1,5mm de diâmetro foram feitas na superfície radicular vestibular de todos os dentes, uma localizada no terço cervical e outra apical. Após o preparo, os dentes foram colocados individualmente em frascos contendo algodão saturado com solução salina não tamponada, para assegurar 100% de umidade. Após 24h determinaram o pH controle das cavidades através de um microeletrodo calibrado, e separaram os dentes em 2 grupos com 18 espécimes cada. Em um dos grupos, os canais radiculares foram obturados com pasta de hidróxido de cálcio (Pulpdent[®]) e no outro com pasta de óxido de cálcio (Biocalex[®]). O acesso coronal e apical foi selado com Cavit[®]. Após a obturação, os dentes ficaram armazenados em frascos contendo algodão saturado com solução salina, sendo removidos dos frascos, lavados com solução salina e fixados em uma plataforma com cera antes de obter a medida do pH. A leitura do pH foi realizada a cada 24h por 18 dias e 30, 33, 36 e 48 dias. No 48º dia cada dente recebeu um aerosol de CO₂ por 1min. Os resultados apresentaram significância estatística quanto ao aumento do pH no 1º e 2º dia para todos os grupos indiferentemente do tratamento. Após o 3º dia em ambos os grupos o pH caiu até o 18º dia, permanecendo constante até o 48º dia. Não houve diferença estatística entre os grupos de hidróxido de cálcio e óxido de cálcio, e entre cavidades do nível apical e cervical. Este estudo demonstrou que íons hidroxila produzidos quando óxido de cálcio reagiu com água difundiram através dos túbulos dentinários para

superfície radicular com comportamento similar aos íons hidroxila provenientes do hidróxido de cálcio. Após exposição ao CO₂, em ambos os grupos o pH decaiu significativamente. Na presença de CO₂ o óxido de cálcio se transforma carbonato de cálcio, e isto pode reduzir a viabilidade dos íons OH⁻ quanto a sua difusão. *In vitro*, este ambiente com CO₂ pode não ser suficiente para diminuir o pH, todavia a disponibilidade de íons OH⁻ na superfície radicular de dentes tratados com óxido de cálcio pode ser limitada, *in vivo*, devido a disponibilidade de CO₂ resultantes da degradação do tecido pulpar necrótico, que pode iniciar a transformação.

Bortolini (2002) avaliou aspectos clínicos e radiográficos de 106 tratamentos endodônticos realizados conforme protocolo UFSC para biopulpectomias e necropulpectomias, com acompanhamento médio de aproximadamente 30 meses. Para isso utilizou fichas clínicas e documentação radiográfica de 72 pacientes atendidos na UFSC. Pelos resultados encontrados, constatou que as biopulpectomias obtiveram um índice de sucesso maior que a necropulpectomias, e que dentes com presença de rarefação óssea antes do tratamento endodôntico apresentaram menor índice de sucesso quando comparados aos dentes sem lesão no início do tratamento. A reabsorção fisiológica dos dentes tratados e o grau de desenvolvimento radicular dos sucessores permanentes (estágio Nolla) foi similar ou coincidente aos dentes contralaterais correspondentes.

Tanomaru Filho; Leonardo; Silva (2002) avaliaram o reparo apical e periapical após o tratamento endodôntico de dentes com polpa necrosada e presença de lesão periapical crônica em cães. Setenta e dois dentes de 4 cães foram submetidos ao preparo biomecânico, irrigados com solução de NaOCl a 5,25% ou digluconato de clorexidine a 2%. Os canais foram preenchidos subseqüentemente ou imediatamente com Sealapex pela técnica de condensação lateral com guta-percha, ou um curativo de hidróxido de cálcio permaneceu no canal por 15 dias antes da obturação com Sealapex. Depois de 210 dias os animais foram sacrificados, e obtidos os cortes histológicos. Pela técnica HE (hematoxilina e eosina) os cortes histológicos

foram analisados em microscópica óptica, para verificar o reparo apical e periapical. Houve melhor reparo histológico nos grupos em que o canal recebeu o curativo ($p < 0,05$) que os grupos com obturação imediata. Comparando os grupos de obturação imediata, irrigação com solução de clorexidine resultou em reparo melhor que nos grupos irrigados com hipoclorito de sódio.

Holland et al. (2003) realizaram um estudo para observar o processo de reparo em dentes de cães com lesão periapical após o tratamento endodôntico em sessão única ou duas sessões. Os cães tiveram seus dentes anteriores e pré-molares abertos ao ambiente bucal durante 6 meses para obter a lesão periapical. Após limpeza e modelagem dos canais, uma parte dos dentes foi obturada pela técnica de condensação lateral com cones de guta-percha e cimento Sealapex, outra parte permaneceu com curativo de demora de hidróxido de cálcio de 7 a 15 dias. Seis meses após o tratamento, os cães foram sacrificados e os tecidos preparados para análise histopatológica. Os resultados mostraram que o uso do curativo de hidróxido de cálcio por 15 dias foi melhor do que seu uso por 7 dias, e este melhor do que o tratamento em sessão única. Concluíram que o uso de um curativo de demora contendo hidróxido de cálcio ajudou a alcançar melhores resultados quando há presença de lesão periapical.

Barroso (2003) realizou uma avaliação histopatológica de tecidos apicais e perapicais de 40 dentes de cães, após biopulpectomia e obturação dos canais com diferentes materiais utilizados em odontopediatria. Após o preparo biomecânico, os dentes foram separados em 4 grupos e obturados com os seguintes materiais: pasta Calen espessada com óxido de zinco, pasta Guedes-Pinto, cimento de óxido de zinco e eugenol e um grupo controle com soro fisiológico esterelizado. Em 30 dias, os cães foram sacrificados, e as peças preparadas para análise histológica, que foi baseada nestes parâmetros: intensidade do infiltrado inflamatório, espessura do ligamento periodontal, reabsorção dos tecidos mineralizados e presença ou ausência de alteração na região periapical. De acordo com o teste estatístico, o melhor

material foi o Calen espessado com óxido de zinco e soro fisiológico, seguido pela pasta Guedes-Pinto e cimento de óxido de zinco e eugenol. Assim, a pasta Calen espessada foi a que apresentou menor reação inflamatória dos tecidos periapicais.

Garcia (2003) realizou uma pesquisa, *in vivo*, em tecido subcutâneo de ratos, com os cimentos Sealapex, Sealapex acrescido de iodofórmio e óxido de zinco e eugenol que foram implantados, com a finalidade de avaliar radiograficamente, pela densitometria comparativa das imagens digitais, e pela microscopia óptica, a reabsorção desses materiais nos períodos de 10, 30 e 60 dias. A análise radiográfica revelou alteração do material implantado, com diferença significativa em 30 e 60 dias, por conta do cimento Sealapex acrescido de iodofórmio. Pela análise microscópica, houve maior dissolução do cimento Sealapex acrescido de iodofórmio caracterizado pela maior quantidade de partículas negras fagocitadas pelos macrófagos. Concluiu que entre estes cimentos, o Sealapex acrescido de iodofórmio foi o que apresentou, de modo mais evidente, sinais de reabsorção.

3 PROPOSIÇÃO

1) Avaliar *in vitro* em diferentes intervalos de tempo, a difusão de íons Ca^{+2} e OH^- através da raiz intacta de dentes decíduos por meio de espectrômetro de absorção atômica e pH-metro, respectivamente, os seguintes materiais endodônticos: pasta CaPE (hidróxido de cálcio e propilenoglicol espessado); pasta UFSC (hidróxido de cálcio, óxido de zinco e óleo de oliva espessado); pasta Vitapex[®]; cimento Sealapex[®].

2) Avaliar radiograficamente a permanência dos materiais preenchedores de canais radiculares nos diferentes intervalos de tempo.

4 METODOLOGIA

Este projeto foi apresentado ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina, processo número 124/2002, sendo aprovado por unanimidade pelo Comitê na data de 29 de julho de 2002, de acordo com a Resolução CNS 196/96 e complementares.

4.1 Seleção da amostra

A amostra foi composta por dentes decíduos anteriores e posteriores provenientes de doações realizadas por responsáveis por postos de saúde e pela unidade odontológica do Hospital Universitário, num total de 150 dentes. Estes foram imediatamente imersos em solução de NaOCl a 2,5% por 30 min, e em seguida acondicionados em frasco plástico contendo solução de formol a 10%.

Estes dentes foram analisados macroscopicamente com auxílio de uma lupa estereoscópica (20X) sendo incluídos na amostra aqueles que apresentaram: no mínimo dois terços de raiz presentes; raízes com ausência de reabsorção perfurante em seu terço apical, médio ou cervical; condições coronárias de receber e reter uma restauração provisória; passagem do instrumento endodôntico pelo canal até o forâmen, sem encontrar obstáculo - patência (RESENDE, 2001).

Todos os dentes selecionados foram submetidos ao exame radiográfico, em grupos de 5 dentes, posicionados em uma película oclusal e identificados com número de chumbo, para

tomada radiográfica no sentido vestibulo-lingual e outra no sentido mésio-distal. Assim na mesma película obteve-se imagem dos dentes nos dois sentidos.

A tomada radiográfica foi realizada com película oclusal Ektaspeed Plus (KODAK®), e para simular a técnica do paralelismo utilizou-se um aparato (RESENDE, 2001) que padronizou todas as tomadas radiográficas, mantendo uma distância constante de 20cm da película ao cone do aparelho radiográfico. O aparelho utilizado foi o modelo Dabi Atlante® de 70Kv, com tempo de exposição de 0,8s, sendo a revelação do filme realizada por tempo médio de 2,5min, fixação por 10min e lavados por 20min.

Após o exame macroscópico e radiográfico, a amostra ficou constituída por 46 dentes, sendo 23 anteriores e 23 posteriores, que foram fotografados individualmente com máquina Dental Eye II® e filme Kodak® para a obtenção de *slides*.

4.2 Preparo endodôntico dos dentes

4.2.1 Acesso endodôntico

O acesso à câmara pulpar foi iniciado com a broca carbide esférica número 1 (KG Sorensen – Brasil ®) em alta rotação e para a remoção do teto da câmara, utilizou-se a broca Endo Z (MAILLEFER®). A forma de conveniência obtida para os dentes incisivos foi de um triângulo de bordos arredondados e com vértice voltado para cervical e para os caninos, um losango ou forma de lança. Já para os molares inferiores, um formato trapezoidal com base

maior para mesial e para os molares superiores, a base maior para vestibular. Todas as formas coincidentes com a conformação da câmara pulpar.

4.2.2 Mensuração e verificação da patência dos canais

As raízes foram medidas pelo método direto com auxílio de uma lima Flexo-File (MAILEFFER®) #15, que foi introduzida no canal até que sua extremidade fosse visível no bordo mais cervical do forame apical ou da reabsorção radicular. Neste momento, o cursor foi deslizado até o ponto de referência oclusal, a lima retirada e a medida aferida com paquímetro digital, conferindo assim o tamanho real do dente (RESENDE, 2001).

4.2.3 Instrumentação dos canais

A instrumentação foi realizada com o dente fixo em uma morsa. Assim, cada dente foi individualmente modelado até o comprimento de trabalho obtido, na etapa anterior, com limas de 1ª série (#15 a #40), levando a instrumentação até a lima FF #35 ou #40 (MAILLEFFER®), dependendo do calibre anatômico do canal radicular. Foi realizado com cada instrumento no mínimo 15 movimentos circunferenciais de limagem nas paredes do canal, executando aproximadamente 90 movimentos, sendo que cada instrumento foi repetido por até 3 vezes totalizando 270 movimentos. Entre as limas de mesmo calibre e entre as trocas de limas, a irrigação foi realizada com solução de hipoclorito de sódio 1% (MIYAKO®), sendo na média

utilizado 2,5ml da solução a cada 15 movimentos de limagem, com o mesmo instrumento (RESENDE, 2001).

4.3 Divisão em grupos e preparo da amostra para obturação

A amostra foi dividida aleatoriamente em 4 grupos de 10 dentes cada, de acordo com o número de grupos experimentais, nos quais foram testados os materiais a base de hidróxido de cálcio, e um grupo controle constituído por 6 dentes. Estes receberam preparo biomecânico, porém não recebendo material preenchedor.

Os grupos ficaram constituídos por espécimes representantes dos vários elementos dentários. Todos os grupos possuíam quantidades iguais de dentes anteriores e dentes posteriores. Depois de constituídos os grupos, todos os dentes foram lavados em água destilada em 3 ciclos de 5min cada.

4.4 Preparo e composição dos materiais endodônticos

4.4.1 Pasta CaPE (Hidróxido de cálcio associado ao propilenoglicol espessado)

O pó de hidróxido de cálcio (BIODINÂMICA®) na medida de 0,4g foi colocado sobre uma placa de vidro, dividido em 3 partes e adicionado aos poucos aos 0,2ml de

propilenoglicol (OFFICINALE - farmácia de manipulação). Ao agregar o pó com o líquido obteve-se uma mistura de massa com baixa viscosidade, lembrando a consistência de massa de vidraceiro. Esta quantidade de pó foi relacionada com as colheres medidas do Vidrion (SSWHITE ®) e do Vitremer, sendo 5 proporções pela colher medida do Vidrion e 7 proporções na colher medida de Vitremer.

4.4.2 Pasta UFSC

Para obter a consistência da pasta UFSC, utilizou-se 0,3g de pó de óxido de zinco (K-DENT ®) mais 0,3g de pó de hidróxido de cálcio (BIODINÂMICA ®) associado a 0,2ml de óleo de oliva (LA VIOLETERA ®). Primeiramente misturou-se o pó de óxido de zinco e de hidróxido de cálcio e depois se acrescentou ao óleo, obtendo-se a consistência de massa com baixa viscosidade com maior escoamento do que a massa de hidróxido de cálcio e propilenoglicol. E para a pasta UFSC, esta quantidade de pó foi relacionada com as colheres medidas do Vidrion® e do Vitremer®, sendo 8 proporções pela colher medida do Vidrion e 9 proporções na colher medida de Vitremer.

4.4.3 VITAPEX

A pasta VITAPEX, foi formulada em farmácia de manipulação (DERMUS Ltda.) conforme sua fórmula cujos principais componentes são silicone 22,4%, hidróxido de cálcio 30,3% e iodofórmio 40,4% obtendo a consistência de pasta fluida (NURKO; GARCIA-GODOY, 1999).

4.4.4 SEALAPEX

O cimento SEALAPEX (KERR®) é um material obturador à base de hidróxido de cálcio e resina, e este foi manipulado segundo instruções do fabricante presentes em sua bula. Assim, com proporções iguais em comprimento da pasta base e da pasta catalisadora foram misturadas de 15 a 20s e até que estivessem completamente homogeneizadas. Segundo informações constantes na bula, a presa do material ocorre em até 60 min no canal radicular em 37° C e umidade relativa do ar de 100%.

4.5 Obturação dos canais

A parte externa da raiz foi seca em gaze e o interior do canal foi seco com pontas de papel absorvente (TANARI ®) compatíveis com o diâmetro do canal.

A inserção do material obturador foi semelhante para todos os elementos dentários, mesmo de grupos diferentes. Assim, a espiral lentulo (MAILLEFER®) equivalente ao número 30, foi previamente cortada em 16 mm, e calibrada 1mm aquém do comprimento real do dente, sendo consideradas as medidas para cada raiz individualmente. Antes da inserção da espiral lentulo no canal, realizou-se a prova manual desta broca, para verificar se sua penetração se dava com folga e assim evitar a fratura do instrumento.

O canal foi considerado repletado quando a pasta ou cimento refluíu na câmara pulpar, na entrada do canal, e neste momento, foi feita uma compressão vertical com uma bolinha de algodão. Para verificar se havia o completo preenchimento do canal foi realizado uma tomada

radiográfica periapical individual no sentido vestibulo–lingual (película radiográfica *Ultra-speed* KODAK®).

Se radiograficamente o canal apresentasse áreas radiolúcidas, denotando bolhas ou falhas no preenchimento do material obturador, este foi novamente levado ao canal com auxílio de limas, realizando nova pressão vertical com bolinha de algodão para complementar as áreas de ausência do material, e novamente uma tomada radiográfica foi realizada.

Após a confirmação do total preenchimento do canal radicular, realizou-se a limpeza da câmara pulpar e restaurou-se com cimento de ionômero de vidro, Vidrion R (SSWhite®) sobre uma bolinha de algodão que selava a entrada do canal radicular. Os dentes do grupo controle também foram restaurados com a mesma técnica.

4.6 Impermeabilização apical das raízes

Em todos os dentes a limpeza do terço apical da raiz foi realizada com solução de éter, para remover detritos do material obturador e para desengordurar a superfície externa para melhor reter a impermeabilização apical.

O material utilizado para impermeabilizar o terço apical foi o Araldite® (BRASCOLA Ltda.) composto epoxi e polimercaptana, manipulado em partes iguais de pasta base e catalisador conforme instruções do fabricante (FIG. 1).

Após o tempo de presa de 30min foi aplicada uma camada de esmalte de unha sobre o Araldite® para reforçar a impermeabilização (FIG. 1).

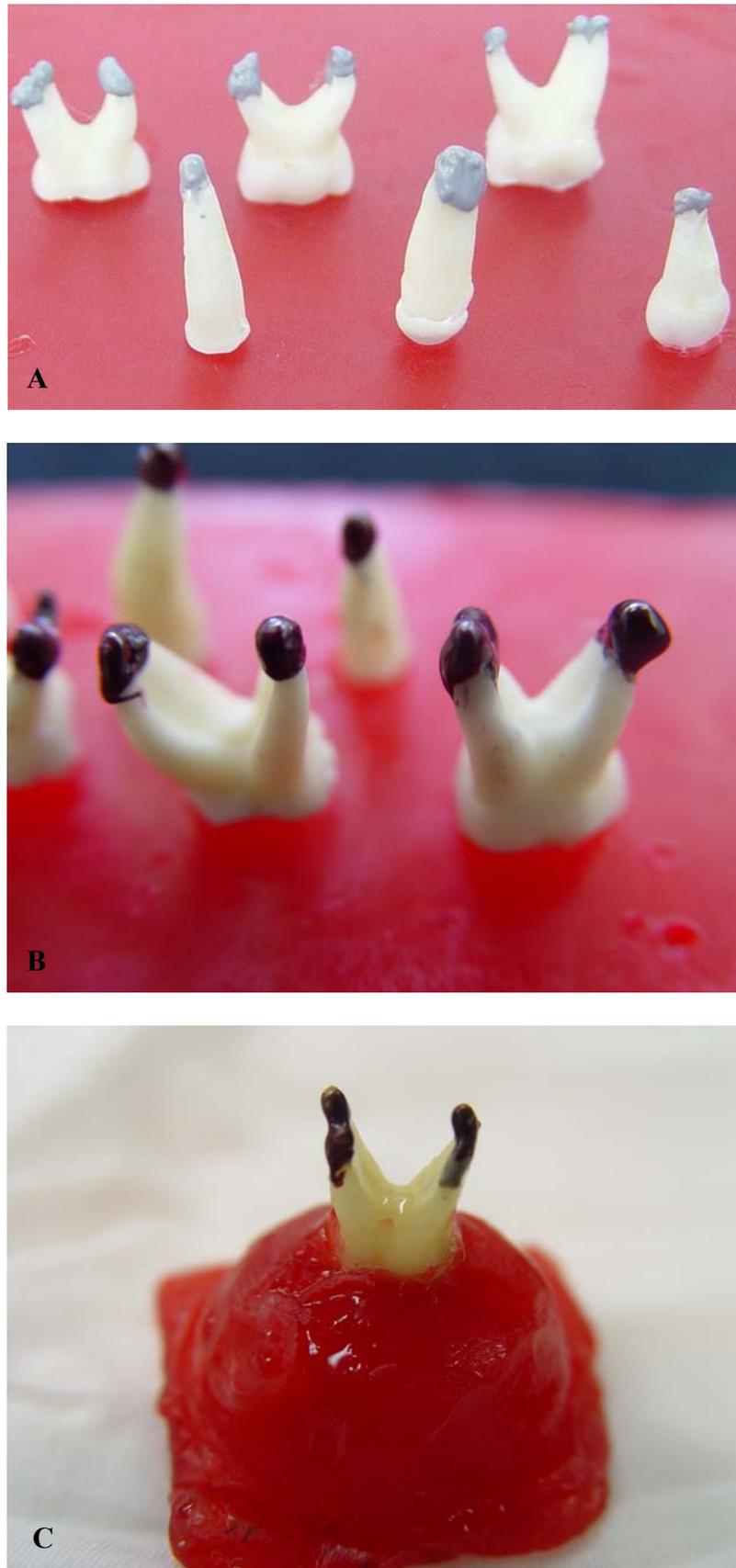


Figura 1: Impermeabilização apical das raízes com Araldite (A); aplicação de esmalte de unhas sobre o araldite (B); fixação em cera pela parte coronal (C).

4.7 Fase experimental

4.7.1 Análise do pH

Para análise do pH, os dentes foram fixados individualmente pela parte coronária em cera utilidade (FIG. 1C) ficando a parte radicular visível, servindo esta estrutura como tampa de um frasco plástico (referente àqueles que acondicionam filme fotográfico para *slides*), contendo 36ml de solução salina de soro fisiológico, e mantidos em temperatura constante de 37°C e em 100% de umidade relativa do ar durante todo período teste.

As medidas do pH do meio (soro fisiológico) foram realizadas por um pH-metro (MICRONAL S.A. Modelo B-374) e em cada data de análise foi calibrado com soluções padrão de pH 7,0 e 9,0. As leituras de pH foram realizadas nos grupos teste e controle, após 2 min de imersão do eletrodo em cada frasco na solução que continha cada espécime. Entre as leituras o eletrodo foi lavado com água deionizada e seco em papel absorvente. Os valores obtidos foram anotados nas tabelas respectivas (TAB. 1 a 5).

As medidas foram realizadas em intervalos regulares para todos os grupos, em 48h, no 7°, 30°, 45° e 60° dia. Em cada avaliação foram anotados a temperatura do ambiente no momento das medições e o erro do aparelho.

Após a leitura do valor do pH, foi retirado com uma pipeta, à quantia de 0,5ml por frasco e colocada em um tubo de ensaio estéril referente ao grupo pertencente. Assim, para cada grupo obteve-se no tubo de ensaio a quantia de 5ml, para posterior análise pela espectrometria de absorção atômica (FIG. 2).

4.7.2 Análise de espectrometria de absorção atômica

Para determinação da concentração dos íons cálcio, utilizou-se um espectrômetro de absorção atômica (*Z-8230 Polarized Zeeman* da marca HITACHI) cujos parâmetros operacionais foram: comprimento de onda: 422,7nm; chama: ar/acetileno; fenda espectral: 1,3nm; corrente da lâmpada: 7,5mA; altura do queimador: 7,5mm e fluxo do acetileno: 1,9l/min.

Este método consiste na medida da absorção da radiação por átomos livres no estado gasoso. Para esta análise, esquematizado na FIG. 2, a solução da amostra e padrões contendo cálcio foi introduzida dentro da chama através de um sistema de nebulização e sofreu os processos até a sua atomização, sendo que somente as gotículas menores (máximo 10%) foram transportadas para a chama. Através do aquecimento fornecido pela queima da chama a solução da amostra foi seca, formando partículas sólidas, que posteriormente foram fundidas, vaporizadas e dissociadas, formando átomos do elemento de interesse no estado fundamental, neste caso íons Ca^{+2} .

O elemento cálcio no estado fundamental pode absorver uma radiação específica e passar para o estado excitado. Para isso, uma radiação proveniente de uma lâmpada de cátodo oco foi utilizada, a qual emite essa radiação característica do elemento que se pretende determinar, neste caso o íon Ca^{+2} , sendo que a radiação emitida, assim como da lâmpada de arco de deutério, foram moduladas e, desta maneira, a radiação proveniente do atomizador não foi considerada. A medida de absorção do equipamento é realizada pela comparação da radiação que sai da lâmpada e chega ao detector, onde as leituras são realizadas antes e depois da absorção pelos átomos gerados na chama atomizadora que foram medidos. O colimador tem a função de separar as radiações das duas lâmpadas e, dessa maneira, uma radiação de

cada vez é lida, possibilitando descontar o valor do sinal de fundo (absorção não específica, por exemplo, partículas sólidas que espalham a radiação) simultaneamente e fornecer o valor correto da absorção atômica, livre de interferência. O monocromador tem a função de selecionar a linha espectral desejada, sendo o sinal modulado ampliado por um amplificador seletivo e, finalmente, registrado no detector (FIG. 2).

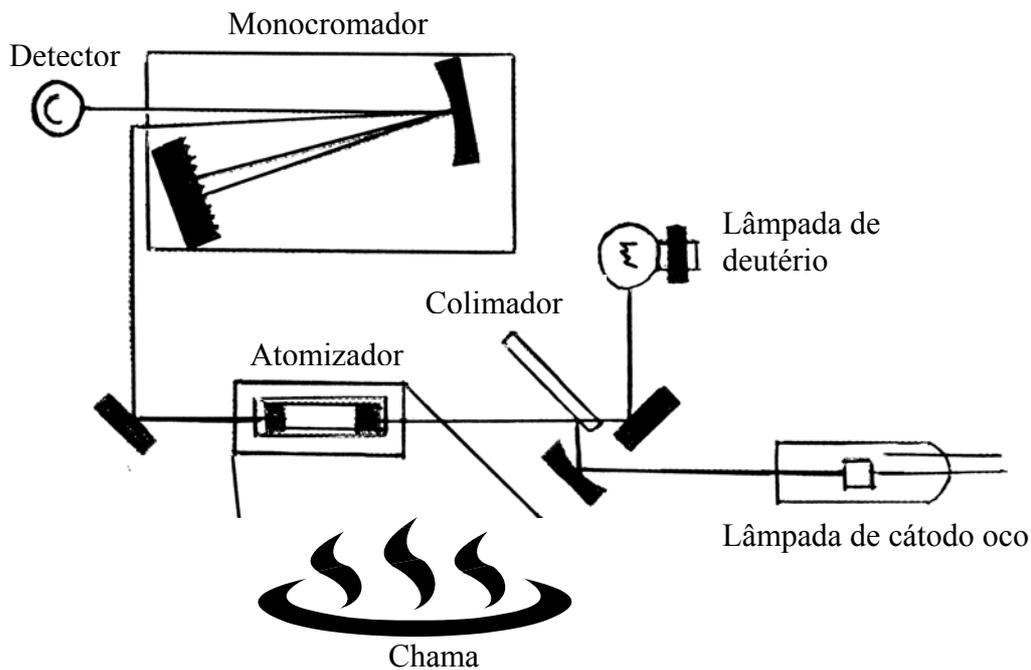


Figura 2: Esquema do processo de espectrometria de absorção atômica.

Antes da análise, foi realizada a leitura do soro fisiológico empregado na pesquisa, para observar no próprio soro se havia presença de íons cálcio, estabelecendo o autozero do equipamento para as leituras posteriores.

Dos 5mL de solução do tubo de ensaio, referentes a cada grupo teste, retirou-se pequena quantidade (nunca inferior a 0,1mL) com uma pipeta para análise que foi diluída conforme a saturação da solução (FIG. 3). Foi necessária a diluição das amostras em próprio soro fisiológico para obtenção dos valores referentes a cada grupo teste para não ultrapassar a

faixa de calibração do equipamento que neste caso foi de até 2 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (ppm). No momento da leitura, as soluções estavam em temperatura ambiente.

Foram realizadas leituras no aparelho em 48h, 7, 30, 45 e 60 dias, totalizando 20 medidas para os grupos teste analisados e mais 30 medidas das amostras do grupo controle. Os resultados obtidos foram impressos concomitantes a realização das leituras, em impressora conectada ao aparelho espectrômetro, por meio de um computador (APÊNDICE).

Estes resultados foram multiplicados pelo fator de diluição para o cálculo da concentração final de cada amostra individualmente.

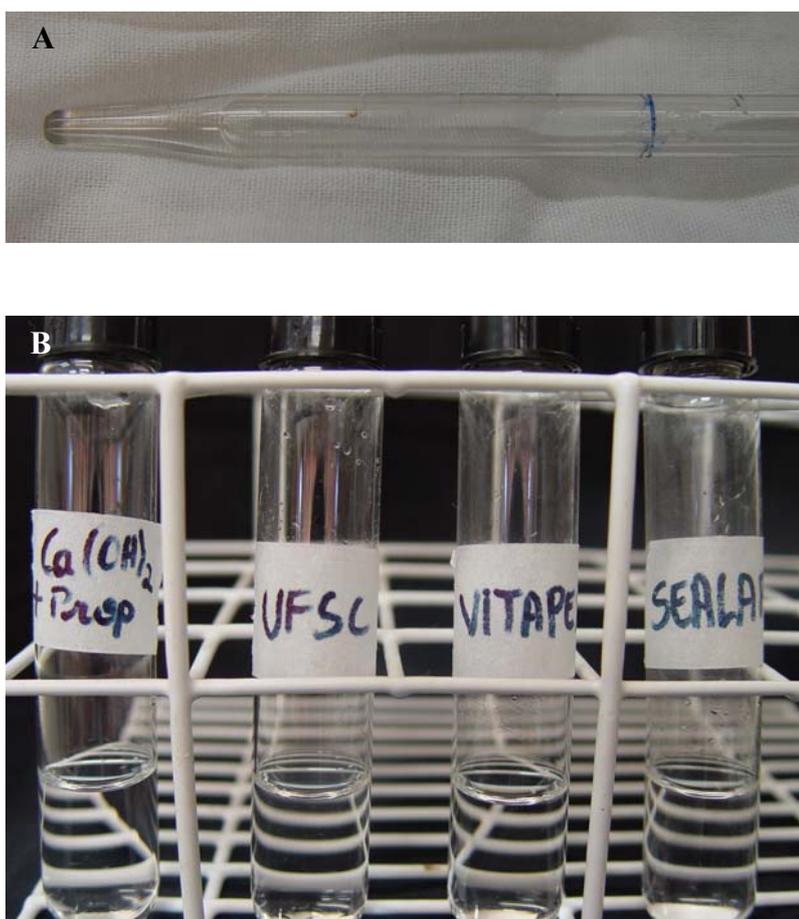


Figura 3: Detalhe da pipeta com marcação em 0,5ml (A); tubos de ensaio com a solução para análise de espectrometria de absorção atômica (B).

4.7.3 Cálculo do fator de diluição

Para o cálculo do fator de diluição aplicou-se a seguinte fórmula: $C_1.V_1 = C_2.V_2$

Sendo C_1 igual a 1, V_1 o volume inicial e V_2 o volume final. O resultado desta interação matemática foi o divisor de C_1 , resultando no valor do fator de diluição.

Exemplificando, foi retirado 0,4mL (V_1) da amostra e colocado em um balão volumétrico de 25mL (V_2) C_2 é igual a 0,016. Assim, o fator de diluição foi obtido dividindo 1 por 0,016 que é igual a 62,5.

4.8 Análise radiográfica das obturações

Os espécimes foram radiografados individualmente em película periapical no sentido vestibulo-lingual, após o seu preenchimento e após 30 e 60 dias, para constatação da presença de material obturador no interior do canal.

De posse das radiografias, dois pesquisadores calibrados avaliaram as imagens radiografias com auxílio de uma lupa, sobre um negatoscópio, conferindo escores quanto a presença ou ausência de material obturador no interior do canal: 0-Ausência de dissolução do material obturador; 1- Presença de dissolução do material obturador; 2- Dissolução total do material obturador.

4.9 Análise estatística

A análise estatística foi baseada nos dados obtidos com a leitura longitudinal do pH para cada grupo de material e no período de tempo avaliado, sendo aplicado a Análise de Variância (ANOVA).

Para os dados obtidos pela espectrometria de absorção atômica, a análise dos resultados foi descritiva.

O teste estatístico de Kruskal-Wallis foi utilizado nos escores obtidos da análise radiográfica das obturações.

5 RESULTADOS

Os resultados referentes a análise do pH, espectrometria de absorção atômica de íons Ca^{+2} e as observações das imagens radiográficas das obturações serão apresentados nas TAB. 1 a 10, GRAF. 1 a 3, QUADRO 1 e FIG 4.

5.1 Análise do pH

Os valores de pH obtidos para cada grupo avaliado durante o período teste estão descritos nas TAB. 1 a 5.

Tabela 1: Distribuição do valor do pH para cada dente pertencente ao grupo CaPE durante o período teste, com o valor da média do pH de cada intervalo.

Dente	48 h	7 dias	30 dias	45 dias	60 dias
1	7,22	7,15	7,11	7,23	7,66
2	7,30	7,30	7,16	7,62	8,08
3	7,59	7,40	7,15	7,79	7,68
4	6,90	7,22	8,56	8,66	8,13
5	7,76	7,84	6,98	6,75	7,29
6	8,25	8,23	7,42	7,25	7,73
7	8,05	7,56	8,29	7,41	8,14
8	7,46	7,58	6,55	7,28	7,63
9	7,18	7,40	6,68	6,83	7,73
10	7,46	7,32	8,50	8,65	8,85
MÉDIA	7,517	7,50	7,44	7,547	7,892

Tabela 2: Distribuição do valor do pH para os dentes pertencentes ao grupo UFSC durante o período teste, com o valor da média do pH de cada intervalo.

Dente	48 h	7 dias	30 dias	45 dias	60 dias
1	6,37	6,90	8,02	7,63	7,52
2	6,85	7,02	6,92	6,68	6,97
3	6,62	7,23	6,79	6,67	7,13
4	6,44	7,38	7,59	6,70	7,02
5	7,02	7,07	7,65	6,68	6,88
6	7,84	7,54	6,92	7,82	7,52
7	7,24	7,46	7,82	6,91	7,24
8	7,37	7,50	7,35	6,82	7,13
9	7,33	7,45	7,05	6,86	7,48
10	7,38	7,48	6,73	6,72	7,11
MÉDIA	7,046	7,303	7,284	6,949	7,2

Tabela 3: Distribuição do valor do pH para os dentes pertencentes ao grupo Vitapex durante o período teste, com o valor da média do pH de cada intervalo.

Dente	48 h	7 dias	30 dias	45 dias	60 dias
1	7,17	7,07	7,44	7,09	7,81
2	6,79	7,14	7,27	6,57	6,87
3	6,77	7,06	7,65	6,84	7,55
4	6,94	7,26	6,78	7,35	7,05
5	7,08	7,30	7,85	8,03	8,14
6	6,75	7,44	7,06	7,78	7,24
7	7,44	7,45	7,83	7,01	7,79
8	7,20	7,50	7,93	7,02	7,22
9	7,40	7,52	6,73	7,78	7,76
10	7,34	7,42	7,96	7,85	7,66
MÉDIA	7,088	7,316	7,45	7,332	7,509

Tabela 4: Distribuição do valor do pH para os dentes pertencentes ao grupo Sealapex durante o período teste, com o valor da média do pH de cada intervalo.

Dente	48 h	7 dias	30 dias	45 dias	60 dias
1	6,82	7,24	6,70	6,74	7,11
2	6,46	7,21	6,62	6,83	6,99
3	6,84	7,12	7,02	7,40	7,23
4	6,98	7,15	7,47	7,46	7,26
5	7,13	7,28	7,58	7,77	7,87
6	7,33	7,42	7,64	7,71	7,35
7	8,35	7,74	7,52	7,85	7,78
8	7,82	7,48	7,08	7,84	7,86
9	7,41	7,51	7,26	7,10	7,24
10	7,31	7,42	7,04	7,07	7,24
MÉDIA	7,245	7,357	7,193	7,377	7,393

Tabela 5: Distribuição do valor do pH para os dentes pertencentes ao grupo Controle durante o período teste, com o valor da média do pH de cada intervalo.

Dente	48 h	7 dias	30 dias	45 dias	60 dias
1	7,11	7,35	7,47	7,33	7,48
2	7,08	7,08	6,98	7,10	7,16
3	7,01	7,01	6,91	7,52	7,12
4	6,76	7,08	6,80	7,60	6,89
5	7,24	7,36	7,02	7,49	8,02
6	7,02	7,03	6,97	7,25	7,38
MÉDIA	7,036	7,151	7,025	7,381	7,34

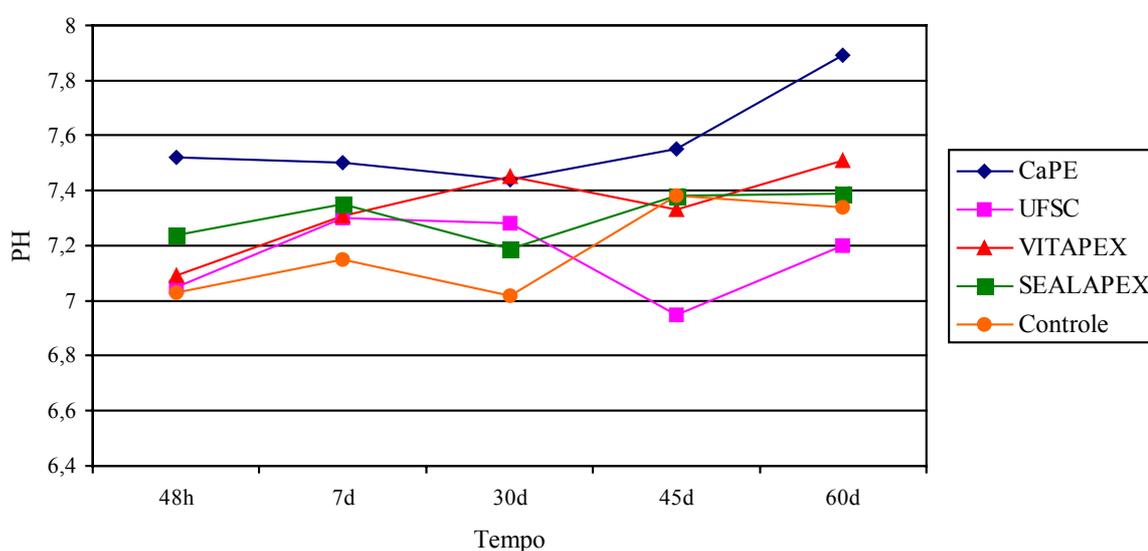


Gráfico 1: Distribuição das médias do pH de acordo com o material, relacionado ao período analisado.

Tabela 6: Análise do pH entre os materiais, entre os períodos e entre materiais e períodos pelo Teste de Variância (ANOVA).

Associações	Soma dos Quadrados	gl	Média dos Quadrados	gl	Razão de Variância	Valor de p
Entre os Materiais	1,309368	4	0,166927	205	7,843956	<0,0001*
Entre os Períodos	0,453355	4	0,166927	205	2,715888	0,0309*
Materiais e Períodos	0,151171	16	0,166927	205	0,905614	0,5635

Legenda: gl: grau de liberdade; * Estatisticamente significante

Em relação ao teste estatístico ANOVA, a variação do pH entre os materiais foi estatisticamente significativa em um nível de significância de 99%. A variação do pH nos

períodos analisados foi igualmente significativa em um nível de significância de 95%. No entanto, não houve alteração significativa do pH, quando foram analisados simultaneamente materiais e períodos, ou seja, não há interação entre materiais e períodos a ponto de interferir na variação do pH no conjunto de materiais e períodos analisados. As diferenças encontradas devem-se ou ao material ou ao período de análise.

Tabela 7: Análise comparativa da média do pH de acordo com os materiais testados.

MATERIAIS	MÉDIA 1	MÉDIA 2	Valor de p
Controle X CaPE	7,187	7,579	0,0019*
Controle X UFSC	7,187	7,156	0,9984
Controle X VITAPEX	7,187	7,339	0,6032
Controle X SEALAPEX	7,187	7,313	0,7565
CaPE X UFSC	7,579	7,156	<0,0001*
CaPE X VITAPEX	7,579	7,339	0,0272*
CaPE X SEALAPEX	7,579	7,313	0,0099*
UFSC X VITAPEX	7,156	7,339	0,1669
UFSC X SEALAPEX	7,156	7,313	0,3084
VITAPEX X SEALAPEX	7,339	7,313	0,9978

Legenda:* Estatisticamente significante

Houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo CaPE em relação aos demais materiais utilizados. Assim, conforme TAB. 7, dentre os materiais estudados o hidróxido de cálcio associado ao propilenoglicol espessado foi o material que mais alcalinizou o meio .

Tabela 8: Análise comparativa da média do pH de acordo com os períodos testados.

PERÍODOS	MÉDIA 1	MÉDIA 2	Valor de p
48 HORAS X 7 DIAS	7,186	7,325	0,4770
48 HORAS X 30 DIAS	7,186	7,278	0,8178
48 HORAS X 45DIAS	7,186	7,317	0,5393
48 HORAS X 60 DIAS	7,186	7,467	0,0088*
7 DIAS X 30 DIAS	7,325	7,278	0,9816
7 DIAS X 45 DIAS	7,325	7,317	1,0000
7 DIAS X 60 DIAS	7,325	7,467	0,4576
30 DIAS X 45 DIAS	7,278	7,317	0,9910
30 DIAS X 60 DIAS	7,278	7,467	0,1739
45 DIAS X 60 DIAS	7,317	7,467	0,3982

Legenda: * Estatisticamente significante.

De acordo com a TAB. 8, a variação do pH entre os períodos analisados só foi estatisticamente significativa entre os períodos 48 h e 60 dias.

Tabela 9: Análise comparativa da média do pH de acordo com os materiais e períodos analisados

COMPARAÇÕES	MÉDIA 1	MÉDIA 2	Valor de p
CaPE (60 dias) X Controle (30 dias)	7,892	7,025	0,0471*
CaPE (60 dias) X UFSC (48 horas)	7,892	7,046	0,0010*
CaPE (60 dias) X UFSC (45 dias)	7,892	6,949	0,0001*
CaPE (60 dias) X UFSC (60 dias)	7,892	7,200	0,0320*
CaPE (60 dias) X VITAPEX (48 horas)	7,892	7,088	0,0028*
CaPE (60 dias) X SEALAPEX (30 dias)	7,892	7,193	0,0279*

Legenda: * Estatisticamente significante

As comparações presentes na TAB. 9 referem-se àquelas em que houve significância estatística entre os grupos de materiais e os períodos avaliados. O grupo CaPE em 60 dias assumiu valores de pH significativamente diferentes do Controle em 30 dias, UFSC em 48h, 45 dias e 60 dias, Vitapex em 48h e Sealapex em 30 dias.

5.2 Análise de espectrometria de absorção atômica

Os dados obtidos da leitura das soluções analisadas estão descritos no GRAF. 2 e 3, expresso em $\mu\text{g/mL}$ (ppm) versus o tempo em dias, de acordo com o grupo avaliado e associação entre eles.

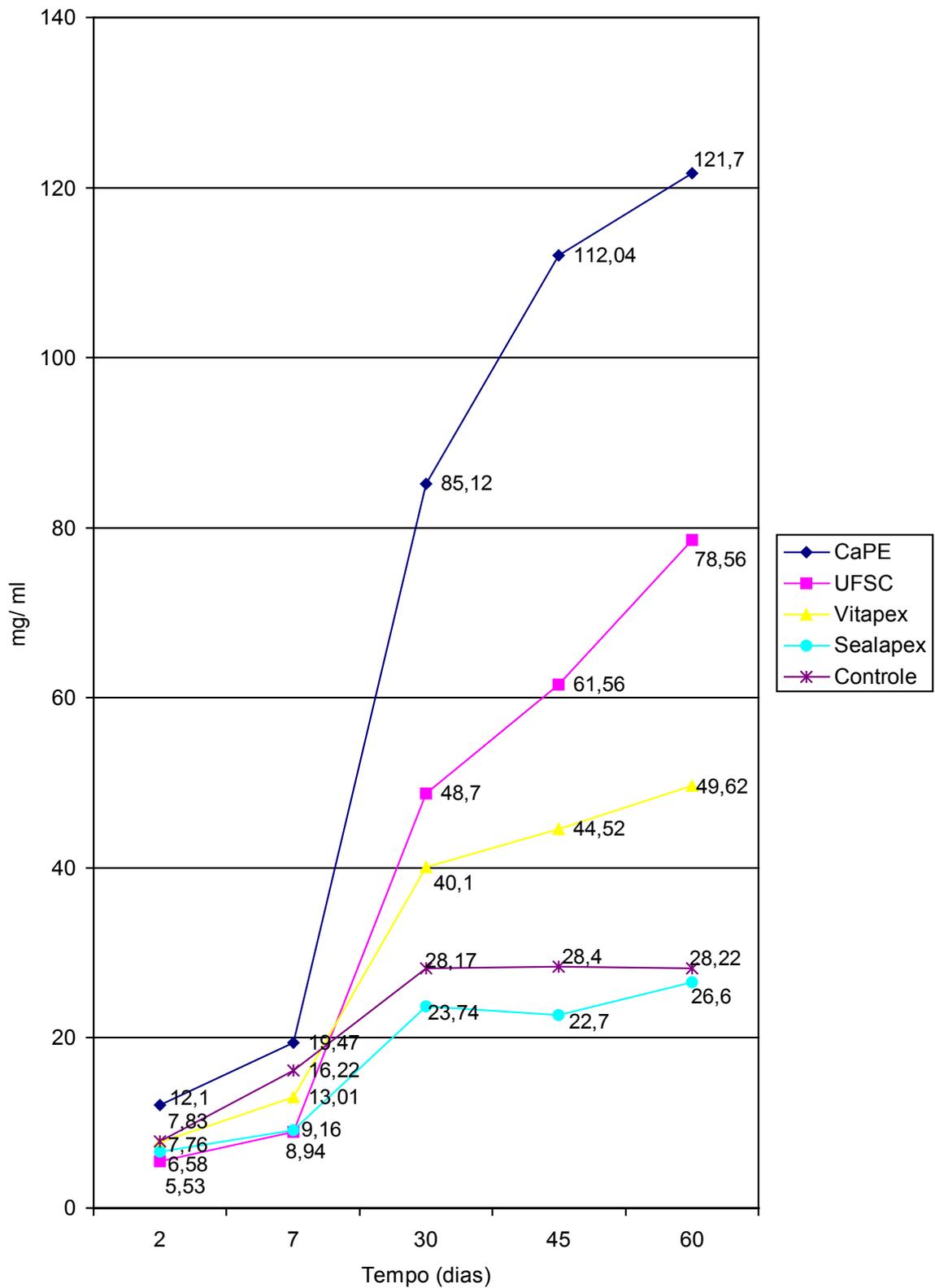


Gráfico 2: Quantidade de íons Cálcio (Ca^{+2}) liberados no período teste medidos em $\mu\text{g}/\text{mL}$ (ppm) para todos os grupos.

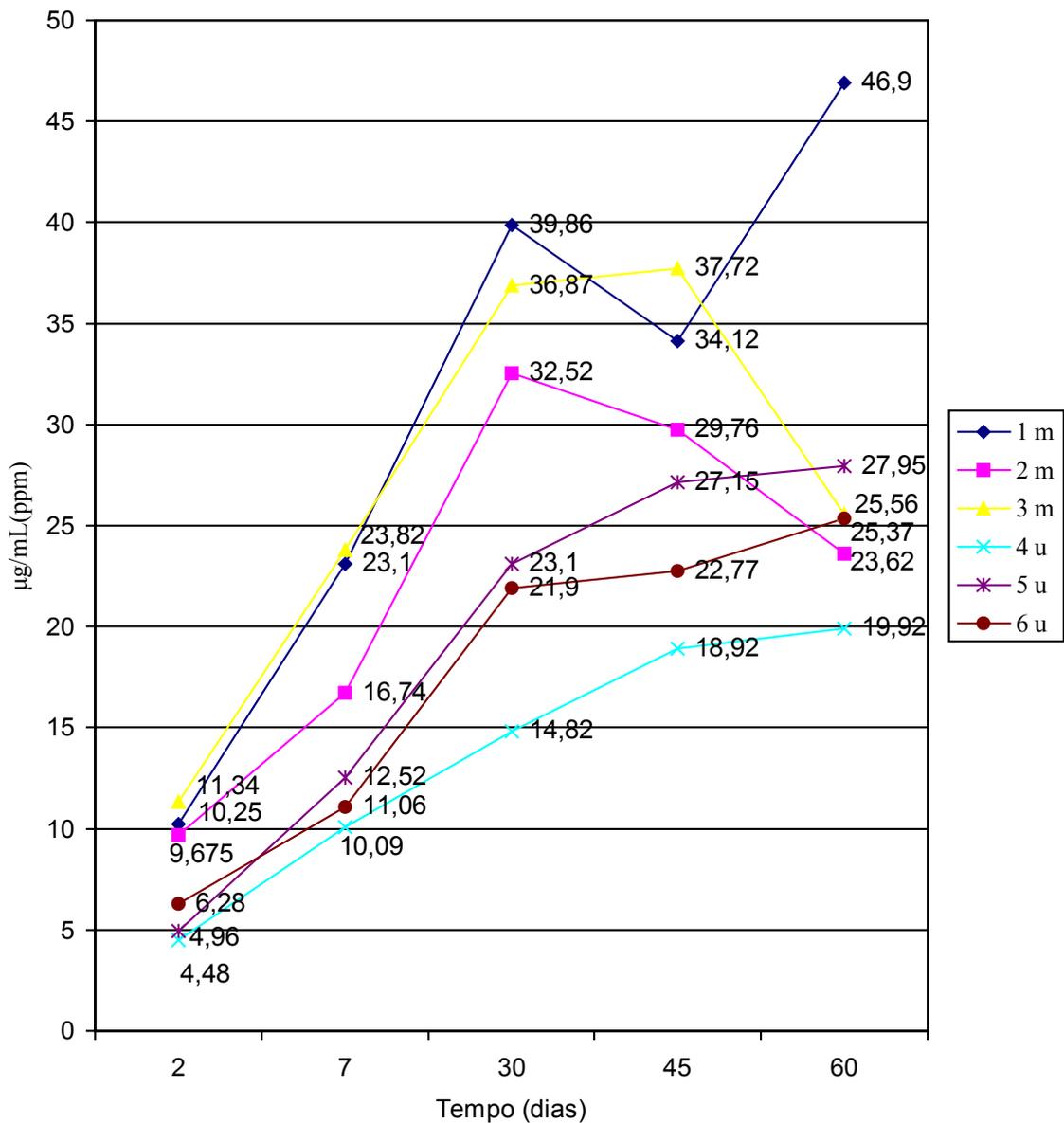
De acordo com os dados presentes no GRAF. 2, verificou-se que entre os materiais avaliados, o grupo que mais liberou íons Ca^{+2} foi o CaPE, seguido pela pasta UFSC, Vitapex e Sealapex.

Observou-se ainda que, a liberação de íons Ca^{+2} foi mais acentuada nos primeiros 30 dias, praticamente 5 vezes maior que nos primeiros 7 dias para o grupo UFSC, sendo que esta tendência foi acompanhada também pelo grupo CaPE cujo aumento foi aproximadamente de 4,5 vezes.

Em comparação com o grupo controle as pasta UFSC e Vitapex mostraram maior liberação de íons após o período de 30 dias sendo este aumento crescente entre 45 e 60 dias, entretanto para o grupo controle ocorreu a estabilização em relação a liberação de íons Ca^{+2} .

O cimento Sealapex não difundiu íons cálcio relacionado ao material, pois valores encontrados da difusão dos íons Ca^{+2} permaneceram abaixo dos valores do grupo controle durante todo período teste, indicando que a origem destes íons é do próprio elemento dental.

Após 45 dias houve uma tendência a saturação da solução, pois observou-se apenas um pequeno aumento na liberação de íons para todos os grupos testados.



Legenda - m: multiradicular; u: uniradicular.

Gráfico 3: Quantidade de íons Cálcio (Ca^{+2}) liberados pelo grupo de dentes controle no período teste medidos em $\mu\text{g/mL}(\text{ppm})$

O fator que influenciou a diferença de liberação de íons Ca^{+2} no grupo controle foi a presença de mais de uma raiz, verificando assim que dentes multiradiculares tiveram valores de íons Ca^{+2} liberados maiores que dentes uniradiculares.

5.3 Avaliação radiográfica das obturações

De acordo com os escores estabelecidos na metodologia, registrou-se os resultados referentes a cada grupo e período em quadro específico (QUADRO 1), e aplicou-se o teste estatístico de Kruskal-Wallis.

CaPE	inicial	30 dias	60 dias
1	0	1	2
2	0	1	2
3	0	1	2
4	0	1	2
5	0	1	2
6	0	1	2
7	0	1	2
8	0	1	2
9	0	1	2
10	0	1	2

UFSC	inicial	30 dias	60 dias
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

Vitapex	inicial	30 dias	60 dias
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

Sealapex	inicial	30 dias	60 dias
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0

Legenda: 0- Ausência de dissolução do material obturador; 1- Presença de dissolução do material obturador; 2- Dissolução total do material obturador.

Quadro 1: Distribuição dos escores aplicados para cada dente em cada período teste.

Tabela 10: Resultado do teste Kruskal-Wallis, comparações individuais e equivalências entre grupos e períodos avaliados

CaPE 60 dias	2
CaPE 30 dias	1
CaPE inicial	0
UFSC inicial	0
UFSC 30 dias	0
UFSC 60 dias	0
VITA inicial	0
VITA 30 dias	0
VITA 60 dias	0
SEA inicial	0
SEA 30 dias	0
SEA 60 dias	0

H=119 gl=11 p<0,0001*

Legenda: H- forma de apresentação; gl- grau de liberdade; * Estatisticamente significante

O Hidróxido de Cálcio nos períodos 60 dias e 30 dias apresentou um padrão radiográfico de dissolução semelhante entre si e diferente dos demais períodos e materiais analisados, sendo o valor de $p < 0,0001$, altamente significante para o grupo CaPE (TAB.10).

De acordo com a permanência do material obturador no interior do canal radicular quantificado pelos escores estabelecidos na metodologia, verificou-se que nos primeiros 30 dias, no grupo CaPE houve dissolução parcial do material obturador enquanto que aos 60 dias o canal encontrava-se radiograficamente com imagem compatível com o desaparecimento total do material (FIG. 4).

Para os outros grupos observou-se radiograficamente ausência de dissolução do material obturador do interior do canal durante a avaliação em 30 e 60 dias (FIG. 4).

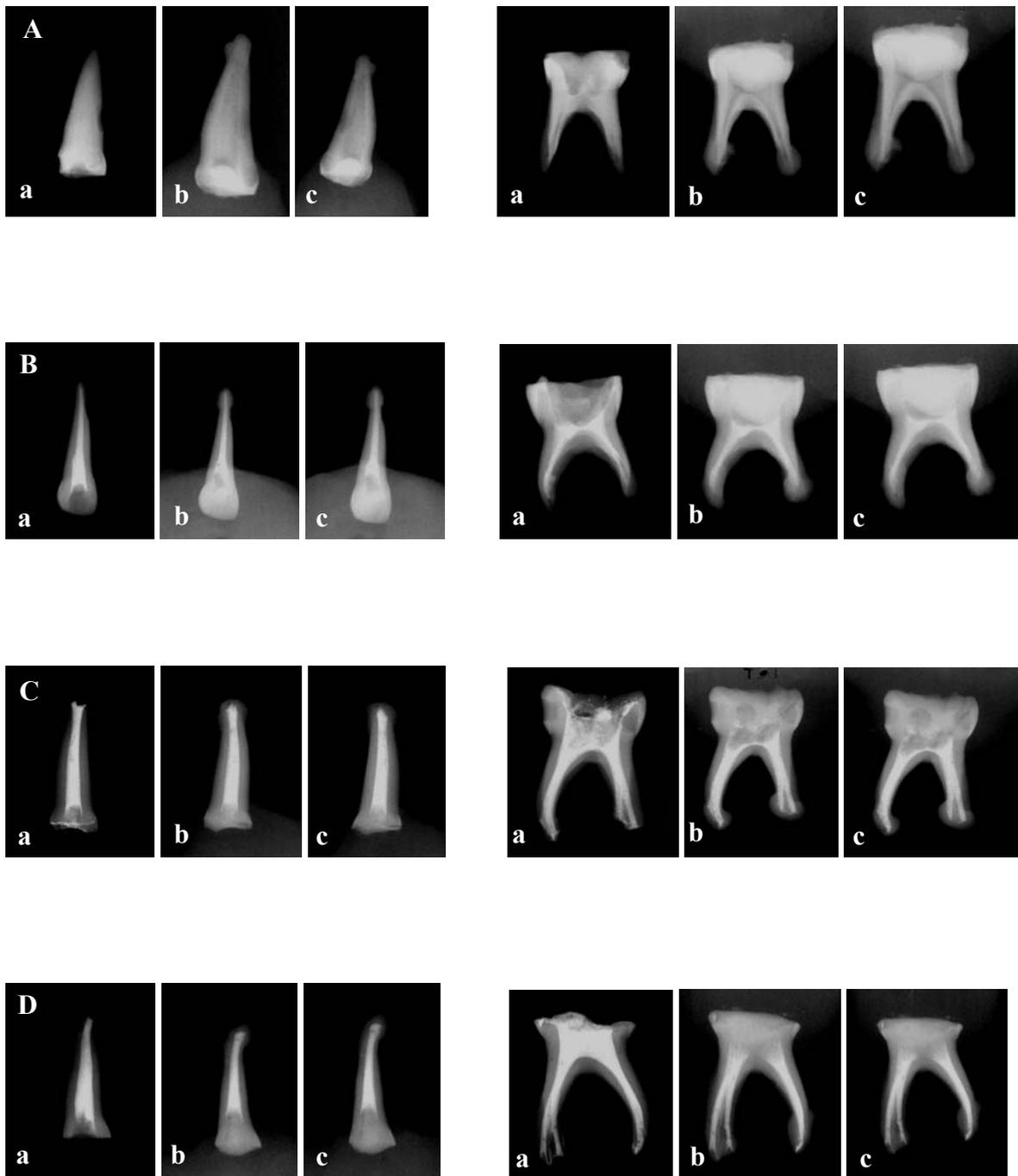


Figura 4: Imagens radiográficas de alguns espécimes de dentes anteriores e posteriores obturados com pasta CaPE (A), UFSC (B), Vitapex (C) e cimento Sealapex (D) nos períodos avaliados: inicial (a), em 30 dias (b) e em 60 dias (c).

6 DISCUSSÃO

A relevância desta pesquisa está relacionada principalmente ao fato, de não haver referências na literatura de investigações semelhantes, realizadas em dentes decíduos, razão pela qual a discussão e algumas considerações serão efetuadas, comparando-as com pesquisas semelhantes, porém realizadas em dentes permanentes.

Os tratamentos endodônticos realizados em dentes infectados, são os que apresentam o maior índice de insucessos, decorrente da permanência de infecção residual mesmo após o cuidadoso preparo biomecânico, principalmente naqueles casos em que a lesão periapical está presente (LEONARDO et al., 1997; TROPE; DELANO; ORSTAVIK, 1999). Esta situação não é diferente para os dentes decíduos, onde os casos de insucesso também estão relacionados a dentes infectados. (MANI et al., 2000; BORTOLINI, 2002). Por isso, é necessário a utilização de curativos de demora com materiais, cujas propriedades, tenham capacidade de reverter um quadro de lesão crônica, e reparar o tecido ósseo comprometido (BLOMLOF; LENGHEDEN; LINDSKOG, 1992; LEONARDO et al., 1997; KATEBZADEH; SIGUDSSON; TROPE, 2000; TANOMARU FILHO; LEONARDO; SILVA, 2002; HOLLAND et al., 2003).

É importante ressaltar ainda, que o preparo biomecânico em todas as suas etapas, assume uma importância maior para os dentes decíduos, em razão de não haver técnicas compressivas de obturação, que vedariam os canalículos dentinários, servindo de barreira à progressão da infecção residual.

Os materiais a base de hidróxido de cálcio, de acordo com o veículo utilizado, favorecem as propriedades antissépticas, antibacterianas, biológicas e auxiliadoras do reparo perirradicular (BLOMLOF; LENGHEDEN; LINDSKOG, 1992; LEONARDO et al., 1993; ESTRELA et al., 1995; GOMES et al., 1996; CALISKAN; SEN, 1996; SHEEHY;

ROBERTS, 1997; ESTRELA et al., 1999; TROPE; DELANO; ORSTAVIK, 1999; KATEBZADEH; SIGURDISSON; TROPE, 2000; MINANA; CARNES; WALKER, 2001).

6.1 Discussão da metodologia

Esta pesquisa foi desenvolvida, *in vitro*, em dentes decíduos, procurando seguir algumas características clínicas, mantendo o cimento radicular (SIMON; BHAT; FRANCIS, 1995) deixando-os armazenados em solução de soro fisiológico, em estufa microbiológica a temperatura constante de 37°C em ambiente de 100% de umidade relativa (NERWICH; FIGDOR; MESSER, 1993; WADAKI; ARAKI; SUDA, 1998; MINANA; CARNES; WALKER, 2001; ALLAN; WALTON; SCHAFFER, 2001).

Apesar dos trabalhos consultados realizarem a metodologia utilizando somente dentes uniradiculares (NERWICH; FIGDOR; MESSER, 1993; FOSTER; KULILD; WELLER, 1993; STAEHLE et al., 1995; ESTRELA et al., 1995; HOLLAND et al., 1995; REHMAN et al., 1996; ESBERARD; CARNES JR; RIO, 1996a; ÇALT et al., 1999; SCHÄFER; BEHAISSI, 2000), nesta pesquisa a distribuição dos espécimes para composição dos grupos teste, foi composta pelo mesmo número de dentes uni e multiradiculares. Constatou-se, baseado na análise piloto da liberação de íons Ca^{+2} de dentes multiradiculares, que estes liberavam quantidade maior de íons quando comparado aos dentes uniradiculares. Diante disso, como o objetivo foi analisar a dispersão dos íons Ca^{+2} dos grupos experimentais como um todo, foi necessário que estes apresentassem o mesmo perfil para avaliação. O grupo controle (GRAF. 3) comprova a maior liberação de íons Ca^{+2} nos dentes multiradiculares (dente 1m, 2m, 3m).

Todos os dentes dos grupos experimentais permaneceram com sua estrutura radicular intacta, isto é, não houve remoção do cimento radicular, apesar de alguns autores relatarem que o cimento dificulta a passagem dos íons do interior do canal para o meio externo (NERWICH; FIGDOR; MESSER, 1993; ESTRELA et al., 1995; SIMON; BHAT; FRANCIS, 1995). Mesmo em dentes permanentes, os íons Ca^{+2} conseguem alcançar o meio externo (FOSTER; KULILD; WELLER, 1993; GOMES et al., 1996; REHMAN et al., 1996; ÇALT et al., 1999), bem como os íons OH^- alterando o pH do meio de forma discreta (STAEHLE et al., 1995; SIMON; BHAT; FRANCIS, 1995; GOMES et al., 1996; ÇALT et al., 1999). De acordo com o GRAF. 2 e TAB. 1 a 4, constatou-se a difusão de íons Ca^{+2} e OH^- , respectivamente, mesmo na presença do cimento radicular.

Para que esta difusão ocorresse “exclusivamente” através das paredes radiculares, na seleção macroscópica foram excluídos aqueles espécimes que possuíam reabsorções no terço médio visíveis com a lupa (aumento de 20X). Da mesma forma, áreas de reabsorção apical e o forâmen foram selados para impedir que houvesse passagem de íons por estas regiões, consideradas mais permeáveis, pela ausência do cimento ou pela abertura natural do forâmen (FOSTER; KULILD; WELLER, 1993; SIMON; BHAT; FRANCIS, 1995; GOMES et al., 1996; ESBERARD; CARNES JR.; RIO, 1996a; ESBERARD; CARNES JR.; RIO, 1996b; GUIGAND et al., 1997).

O preparo biomecânico é composto pela instrumentação dos canais, irrigação e colocação do curativo de demora. A instrumentação dos dentes decíduos seguiu os mesmos critérios adotados por Resende (2001), que demonstrou que as raízes têm condições anatômicas de serem modeladas até o instrumento #40.

A irrigação durante e após o preparo biomecânico dos dentes foi realizada com NaOCl a 1%, por ser a substância utilizada para endodontias em dentes decíduos de acordo com Protocolo UFSC. O NaOCl a 1% tem baixa tensão superficial, ação antimicrobiana,

dissolvente do tecido pulpar, e esta capacidade é aumentada quando associada a curativos de demora contendo hidróxido de cálcio (TURKUN; GENGIZ, 1997; WADAKI; ARAKI; SUDA, 1998). Porém, os íons Ca^{+2} se difundem melhor através da massa dentinária, quando são realizadas irrigações com EDTA, de acordo com os resultados encontrados por Foster; Kulild; Weller (1993), além do que facilitaria a penetração dos cimentos obturadores (KOUVAS et al., 1998; ÇALT; SERPER, 1999). Porém, em odontopediatria a utilização de “mais uma” substância irrigadora seria relevante se o seu uso potencializasse de forma diferenciada a difusão dos íons OH^- e Ca^{+2} . Os resultados demonstraram que a difusão desses íons (TAB. 1 a 4 e GRAF. 2) ocorreu em todos os grupos irrigados com NaOCl a 1%, variando conforme o material avaliado.

A escolha de materiais a base de hidróxido de cálcio, foi devido suas características antisépticas, auxiliando na limpeza e desinfecção de dentes infectados, além de possuir propriedades antibacterianas e alto pH, que alcaliniza o meio, favorecendo a neo-formação óssea, atuando sobre a atividade clástica, assim, é considerado um material indicado para curativos de demora e para obturações definitivas (HEITHERSAY, 1975; HASSELGREN; OLSSON; CVEK, 1988; ESTRELA et al., 1995; SEGURA et al., 1997; ESTRELA et al., 1999; WEIGER; ROSENDAHL; LOST, 2000, BARROSO, 2003).

A escolha dos materiais testados nesta pesquisa tem como justificativa, o seu uso como curativo de demora no protocolo UFSC para endodontias em dentes decíduos (pasta CaPE, UFSC e Vitapex) e o cimento Sealapex na perspectiva da sua utilização futura como cimento obturador definitivo, corroborando com outras pesquisas sobre seu desempenho biológico (STAEHLE et al., 1995; LEONARDO et al., 1997; KOUVAS et al., 1998; DUARTE et al., 2000; ESTRELA et al., 2000; GARCIA, 2003).

O que diferenciou os materiais foram as características dos veículos empregados, que neste caso foram 3 pastas com função de curativo de demora e um cimento obturador. É

importante ressaltar que as pastas CaPE e UFSC são espessas, o que confere uma maior quantidade de hidróxido de cálcio melhorando sua radiopacidade quando observada radiograficamente. Os veículos empregados diferem em relação a viscosidade, solubilidade e consequentemente na velocidade de liberação de íons (LOPES et al., 1986; SIMON; BHAT; FRANCIS, 1995; ESTRELA et al., 1995; ESTRELA et al., 1999) sendo o propilenoglicol um álcool com carácter dispersante, o óleo e o silicone com carácter agregante, este último presente na fórmula do Vitapex, e de acordo com Nurko e Garcia-Godoy (1999) sendo um material obturador adequado para dentes decíduos. A indicação clínica destas pastas está diretamente relacionada ao veículo utilizado. Quando a indicação é pela maior permanência da pasta no interior do canal, a opção será por um veículo agregante (oleoso), entretanto quando há necessidade de maior dispersão do material a base de hidróxido de cálcio, utiliza-se um veículo aquoso (propilenoglicol).

Em relação ao cimento Sealapex, que tem como característica tomar presa, conjecturava-se que após seu endurecimento final não haveria mais a liberação de íons OH^- e Ca^{+2} , no entanto, durante o período avaliado houve a liberação gradual destes íons, credenciando este cimento, em relação a esta característica, como um material obturador definitivo.

A espiral lentulo foi utilizada no interior do canal radicular, por constituir um instrumento capaz de distribuir e impulsionar os materiais obturados na tentativa de se obter obturações mais herméticas, isto é, diminuindo a interface parede do canal e material obturador (STAEHLE; THOMA; MULLER, 1997; DEVEAUX, DUFOUR; BONIFACE, 2000).

As radiografias da prova do cimento realizadas no sentido vestibulo-lingual simularam as condições clínicas, com o objetivo de verificar somente neste sentido o preenchimento do

canal radicular, conforme FIG. 4 (STAEHLE; THOMA; MULLER, 1997; DEVEAUX, DUFOUR; BONIFACE, 2000).

Para avaliação individual da dispersão dos íons OH^- por meio do pHmetro, os dentes ficaram submersos em solução de soro fisiológico, nos períodos de tempo estabelecidos, de acordo com a faixa de tempo aproximada da utilização destes materiais como curativo de demora, nas mais variadas situações clínicas referentes a presença de lesões periradiculares, rizogênese incompleta e traumatismos (BLOMLOF; LENGHEDEN; LINDSKOG, 1992; TROPE; DELANO; ORSTAVIK, 1999; WEIGER; ROSENDAHL; LOST, 2000; KATEBZADEH; SIGUDSSON; TROPE, 2000). Estes intervalos de tempo também serviram de parâmetro para delinear um perfil de difusão dos íons em dentes decíduos, levando em consideração a sua estrutura anatômica.

O aparelho utilizado para análise de íons OH^- , foi pHmetro digital por constituir um método preciso e de escolha de vários autores (NERWICH; FIGDOR; MESSER, 1993; ESTRELA et al., 1995; ESBERARD; CARNES JR; RIO; 1996a; ESBERARD; CARNES JR; RIO, 1996b; FUSS et al., 1996; MINANA; CARNES; WALKER, 2001).

A análise pela espectrometria de absorção atômica com a finalidade de constatar a liberação de íons Ca^{+2} foi utilizada por constituir um método preciso para medir a quantidade de íons Ca^{+2} do meio (FOSTER; KULILD; WELLER, 1993; GOMES et al., 1996).

Os dentes permaneceram somente com sua parte radicular imersa na solução de soro fisiológico, para evitar que a parte coronal interferisse na liberação de íons Ca^{+2} (SCHÄFER; BEHAISSI, 2000). Em outros trabalhos, os autores removeram a porção coronal dos dentes provavelmente para que estas não alterassem os resultados (FOSTER; KULILD; WELLER, 1993; HOLLAND et al., 1995; STAEHLE et al., 1995; ÇALT; SERPER, 1999; MINANA; CARNES; WALKER, 2001).

Para complementação visual dos achados, *in vitro*, realizou-se radiografias de todos os dentes obturados em 30 e 60 dias, observando a presença ou não do material obturador no interior do canal (METZGER; SOLOMONOV; MASSA, 2001).

6.2 Discussão dos resultados

A difusão de íons OH^- e Ca^{+2} , liberados dos curativos de demora, durante a fase que antecede a obturação dos canais, possui importância fundamental para a manutenção ou resgate da homeostasia dos tecidos dentários e perirradiculares.

No protocolo UFSC para tratamento endodôntico de dentes decíduos, comprometidos por cárie ou trauma é dada preferência para materiais a base de hidróxido de cálcio em diferentes veículos, visando adaptá-los as diversas situações clínicas apresentadas.

A pasta CaPE, que constitui uma mistura espessada de hidróxido de cálcio, isto é, onde predomina uma quantidade maior de pó sobre o líquido, misturada em veículo aquoso, apresentou uma média de liberação de íons OH^- constante durante os períodos avaliados até 45 dias, havendo um discreto aumento desta liberação aos 60 dias (TAB. 1). Em relação aos outros materiais testados, a pasta CaPE mostrou maiores médias de difusão dos íons OH^- em 48h e 60 dias (GRAF.1). Estes resultados analisados pelo teste ANOVA demonstraram diferença estatisticamente significativa (TAB. 7).

A pasta UFSC e o Vitapex foram semelhantes ao grupo controle nas primeiras 48 h, havendo discreto aumento da difusão com o decorrer do tempo, provavelmente pela característica do veículo utilizado, o óleo e o silicone, respectivamente.

O cimento Sealapex, apesar de tomar presa parcial em 1 semana (ALLAN; WALTON; SCHAFFER, 2001), manteve também liberação de íons hidroxila durante todo período experimental, mas não alcalinizou a superfície externa da raiz, de acordo com ESBERARD; CARNES; RIO (1996a). Este resultado concorda com Staehle et al. (1995) e Duarte et al. (2000) que verificaram que este material libera e difunde íons hidroxila, apesar de ser em menor escala quando comparado com solução aquosa. Além do que, o cimento Sealapex é reabsorvível pelo organismo (GARCIA, 2003), sendo esta característica importante durante o processo fisiológico de reabsorção radicular de dentes decíduos obturados.

É importante ressaltar, que em todos os materiais quando comparados ao grupo controle constatou-se que o valor absoluto de dispersão dos íons OH^- foi considerado baixo, isto é, próximo ao neutro. Isto pode ser explicado pela presença do cimento que dificulta sobremaneira a difusão destes íons (NERWICH; FIGDOR; MESSER, 1993; SIMON; BHAT; FRANCIS, 1995; GOMES et al., 1996). ESTRELA et al. (1995) discordam neste aspecto, todavia, a análise de difusão de íons foi realizada no terço apical, que é uma área que possui reabsorções e foraminas, deixando-a mais permeável mesmo na presença do cimento. Em estudo, *in vivo*, Tronstad et al (1980) afirmaram que o pH do cimento não foi influenciado pelo hidróxido de cálcio intracanal, e somente em áreas de reabsorção inflamatória externa (com ausência de cimento) os íons hidroxila conseguiram atingir o ligamento periodontal, elevando o pH no local. Esta influência agiria diminuindo a atividade clástica local e estimulando o processo reparador dos tecidos envolvidos.

Entretanto, podemos inferir que a difusão dos íons OH^- nos dentes decíduos, *in vivo*, se dará em intensidade maior do que a apresentada nesta pesquisa, pela presença de reabsorções fisiológicas de cimento contíguas ao folículo pericoronário do germe do dente permanente e pelo próprio forâmen apical, na ausência das impermeabilizações realizadas, *in vitro*.

Sabe-se, que para neutralizar um meio ácido é necessário uma quantidade considerável de íons OH^- , porém em biologia, não se conhece a quantidade mínima suficiente de íons OH^- capaz de tornar um meio inviável à proliferação bacteriana, por isso tem-se que utilizar um material que libere o maior número possível destes íons, para que se possa supor que este meio está se tornando básico, alcançando os benefícios clínicos do curativo de demora.

Pelas reações químicas, quanto mais ácido o meio externo, maior será a difusão de íons Ca^{+2} , pois há tendência a neutralização. Não houve avaliação prévia do pH dos materiais utilizados, entretanto sabe-se que o hidróxido de cálcio possui o pH 12,0 e o propilenoglicol pH 10,5 (ESTRELA et al., 1995).

A análise dos materiais quanto a difusão dos íons Ca^{+2} , pela espectrometria de absorção atômica, demonstrou que a pasta CaPE por ser uma mistura do pó de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ com o álcool propilenoglicol espessada, apresentou a maior difusão destes íons, aumentando significativamente no período teste analisado (GRAF. 2). Radiograficamente a radiolucidez apresentada pelos espécimes preenchidos com este material demonstrou o desaparecimento da pasta conferindo maior radiolucidez parcial em 30 dias e total em 60 dias (FIG. 4).

Não ocorreu a visualização radiográfica da perda do material do interior do canal, para a pasta UFSC, o Vitapex e Sealapex, provavelmente por apresentarem em sua composição materiais radiopacos, neste caso, óxido de zinco, iodofórmio e resina, respectivamente.

Esta característica dispersante e solubilizante são conferidas pelo uso do propilenoglicol que é um veículo aquoso (ESTRELA et al., 1995; ESTRELA et al., 1999). Outros autores encontraram resultados semelhantes para dentes permanentes quando utilizaram este mesmo veículo (NERWICH; FIGDOR; MESSER, 1993; SIMON; BHAT; FRANCIS, 1995; STAEHLE et al., 1995; GOMES et al., 1996).

A partir dos resultados encontrados para pasta CAPE, em ordem decrescente de difusão dos íons Ca^{+2} encontra-se a pasta UFSC, Vitapex, controle e Sealapex. Os valores

encontrados no GRAF. 2 são relativos, pois agregam a difusão dos íons Ca^{+2} do próprio dente. Diante desta constatação, verificou-se que o cimento Sealapex manteve valores abaixo do grupo controle, denotando que a origem dos íons Ca^{+2} da solução foram dos próprios espécimes. Kouvas et al. (1998) relataram que o cimento Sealapex tem capacidade de penetrar nos túbulos dentinários devido a sua menor tensão superficial, e por possuir partículas pequenas, porém esta propriedade mecânica de embricamento não corrobora com a difusão dos íons Ca^{+2} , pelo fato do cimento tomar presa. Çalt et al. (1999) e Schäfer e Behaissi (2000) também verificaram que a liberação de íons Ca^{+2} das pastas aumentou consideravelmente quando comparada a cones contendo hidróxido de cálcio.

A pasta UFSC no período de tempo analisado foi a segunda melhor na liberação de íons Ca^{+2} (GRAF. 2), fato que em parte discorda com o tipo de veículo utilizado. Esperava-se que houvesse menor difusão e que esta ocorresse gradativamente ao longo do tempo, pois o veículo oleoso utilizado na manipulação da pasta, quando em contato com tecido forma micelas repletas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ e água, que aos poucos é liberada para o meio externo (LOPES et al., 1986). Entretanto, a pasta UFSC manipulada com grande quantidade de hidróxido de cálcio “espessada” pode ter favorecido a maior concentração de liberação de íons Ca^{+2} .

Guigand et al. (1997) relataram que íons Ca^{+2} provenientes do material obturador são transferidos para dentina radicular, e fotografias pelo MEV confirmaram este resultado e mostrou retrodifusão correspondentes a penetração (franjas).

A relevância desta pesquisa está baseada nos resultados obtidos que indicam a importância de cada material para cada suposta situação clínica. Assim, ao tratar um dente infectado e com lesão periapical, o ideal será utilizar um curativo de demora com todas as propriedades presentes no hidróxido de cálcio na forma de uma pasta espessada (CaPE), ou associada ao iodofórmio (Vitapex) que possui propriedades adicionais.

Para dentes decíduos de crianças de pouca idade, o ideal é utilizar um curativo de demora com propriedade de dissolução e dispersão mais lenta, como na pasta UFSC, assim as trocas do curativo seriam em intervalos de tempo maior.

Desta forma, após o reparo apical, o cimento endodôntico representa a última etapa responsável pela obliteração do espaço anteriormente ocupado pelo tecido pulpar, escoando para as ramificações e melhorando a adaptação da obturação nas irregularidades do canal radicular. Adicionalmente, o cimento deve ter a propriedade e manter em longo prazo o ambiente alcalino, na medida em que a rizólise fisiológica ocorra, dificultando a reinfecção bacteriana. Com estas características podemos inferir que o cimento Sealapex pode ser recomendado como material de escolha para obturação de dentes decíduos.

De acordo com o que foi exposto e com a disponibilidade dos inúmeros materiais a base de hidróxido de cálcio, procurou-se esclarecer qual material libera mais íons OH^- e Ca^{+2} e em que período de tempo, sabendo da importância destes íons no resgate da saúde apical de dentes infectados. Auxiliando o odontopediatra a discernir sobre qual curativo de demora utilizar em determinada situação clínica e assim, devolver saúde ao paciente infantil.

7 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, concluiu-se que:

- 1) A pasta CaPE foi o material obturador que mais difundiu íons OH^- , e que obteve a maior média de difusão em 60 dias.
- 2) A pasta CaPE foi o material obturador que mais difundiu íons Ca^{+2} , seguido pela pasta UFSC, Vitapex, controle e Sealapex. Sendo que a maior difusão de íons ocorreu de 7 para 30 dias.
- 3) Radiograficamente o material que desapareceu mais rápido do interior do canal foi a pasta CaPE, apresentando solubilização parcial em 30 dias e total em 60 dias.

REFERÊNCIAS²

ALLAN, N. A.; WALTON, R. E.; SCHAFFER, M. Setting times for endodontic sealers under clinical usage and in vitro conditions. **J. Endod.**, Baltimore, v. 27, n. 6, p. 421-423, June 2001.

BARRETT, E. J.; KENNY, D. J. Avulsed permanent teeth: a review of the literature and treatment guidelines. **Endod. Dent. Traumatol.**, Munksgaard, v. 13, n. 4, p. 153-163, Aug. 1997.

BARROSO, D. S. **Avaliação histopatológica dos tecidos apicais e periapicais de dentes de cães após biopulpectomia e obturação dos canais radiculares com diferentes materiais utilizados em Odontopediatria.** 2003. 109f. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria)-Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

BLOMLOF, L.; LENGHEDEN, A.; LINDSKOG, S. Endodontic infection and calcium hydroxide-treatment. Effects on periodontal healing in mature and immature replanted monkey teeth. **J. Clin. Periodontol.**, Copenhagen, v. 19, n. 9, p. 652-658, Oct. 1992.

BORTOLINI, L. **Avaliação longitudinal dos sucessos e insucessos dos tratamentos endodônticos de dentes decíduos realizados pela técnica UFSC.** 2002. 133f. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CALISKAN, M.K.; SEN, B.H. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis using calcium hydroxide: a long term study. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 12, n. 5, p. 215-221, Oct. 1996.

CAMP, J.E. Tratamento endodôntico em odontopediatria. In: _____. **Caminhos da polpa.** 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p.635-672.

ÇALT, S. et al. PH changes and calcium ions diffusion from calcium hydroxide dressing materials through root dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v. 25, n. 5, p. 329-331, May 1999.

ÇALT, S.; SERPER, A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. **J. Endod.**, Baltimore, v. 25, n. 6, p. 431-433, June 1999.

CHOSACK, A.; SELA, J.; CLEATON-JONES, P. A histological and quantitative histomorphometric study of apexification of nonvital permanent incisors of vervet monkeys after repeated root filling with a calcium hydroxide paste. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 13, p. 211-217, 1997.

COLL, J.A.; SANDRIAN, R. Predicting pulpectomy success and its relationship to exfoliation and succedaneous dentition. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 18, n.1, p. 57-63, Jan/Feb.1996.

² Baseada na NBR 6023:2002da ABNT.

- CVEK, M. Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide. II. Effect on external root resorption in luxated teeth compared with effect of root filling with gutta-percha. A follow-up. **Odontol. Revy.**, v. 24, n. 4, p. 343-354, 1973.
- DEVEAUX, E.; DUFOUR, D.; BONIFACE, B. Five methods of calcium hydroxide intracanal placement: an in vitro evaluation. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Chicago, v. 89, n. 3, p. 349-355, Mar. 2000.
- DUARTE, M.A. et al. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. **J Endod.**, Baltimore, v. 26, n. 7, p. 389-390, July 2000.
- ESBERARD, R. M.; CARNES Jr, D. L.; RIO, C. E. pH changes at the surface of root dentin when using root canal sealers containing calcium hydroxide. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 8, p. 399-401, Aug. 1996a.
- ESBERARD, R. M.; CARNES Jr, D. L.; RIO, C. E. Changes in pH at the dentin surface in roots obturated with calcium hydroxide pastes. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 8, p. 402-405, Aug. 1996b.
- ESTRELA, C. et al. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. **Braz. Dent. J.**, Ribeirao Preto, v. 11, n. 1, p. 3-9, 2000.
- ESTRELA, C. et al. Antimicrobial evaluation of calcium hydroxide in infected dentinal tubules. **J. Endod.**, Baltimore, v. 26, n. 6, p. 416-418, June 1999.
- ESTRELA, C. et al. Dentinal diffusion of hydroxyl ions of various calcium hydroxide pastes. **Braz. Dent. J.**, Ribeirao Preto, v. 6, n. 1, p. 5-9, 1995.
- FANNING, E. A. Effect of Extraction of Deciduous Molars on the Formation and Eruption of their Successors. **Angle Orthodont.**, Appleton, v. 32, n. 1, p. 44-53, Jan. 1962.
- FOSTER, K. H.; KULILD, J. C.; WELLER, N. Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v. 19, n. 3, p. 136-140, Mar. 1993.
- FUSS, Z. et al. Intracanal pH changes of calcium hydroxide pastes exposed to carbon dioxide in vitro. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 7, p. 362-364, July 1996.
- GARCIA, L. D. **Avaliação radiográfica digital e microscópica óptica da reabsorção dos cimentos Sealapex, Sealapex com iodofórmio e óxido de zinco e eugenol. Implantes em tecidos subcutâneos de ratos.** 2003. 152f. Dissertação (Mestrado em Odontologia)-Universidade Estadual Paulista, Araçatuba.
- GOMES, I.C. et al. Diffusion of calcium through dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 11, p. 590-596, Nov. 1996.
- GUIGAND, M. et al. In vitro study of intradentinal calcium diffusion induced by two endodontic biomaterials. **J. Endod.**, Baltimore, v. 23, n. 6, p. 387-390, June 1997.
- HASSELGREN, G.; OLSSON, B.; CVEK, M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. **J. Endod.**, Baltimore, v. 14, n. 3, p. 125-127, Mar. 1988.

HEITHERSAY, G. S. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. **J. Br. Endod. Soc.**, London, v. 8, n. 2, p. 74-93, July 1975.

HOLLAND, R. et al. Apical leakage following root canal dressing with calcium hydroxide. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 11, p. 261-263, 1995.

HOLLAND, R. et al. A comparison of one versus two appointment endodontic therapy in dogs' teeth with apical periodontitis. **J. Endod.**, Baltimore, v. 29, n. 2, p. 121-124, Feb. 2003.

KATEBZADEH, N.; SIGURDSSON, A.; TROPE, M. Radiographic evaluation of periapical healing after obturation of infected root canals: an in vivo study. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 33, n. 1, p. 60-66, Jan. 2000.

KOUVAS, V. et al. Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers an SEM study. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 14, p. 191-195, 1998.

LEONARDO, M. R. et al. Calcium hydroxide root canal sealers – histopathologic evaluation of apical and periapical repair after endodontic treatment. **J. Endod.**, Baltimore, v. 23, n. 7, p. 428-432, July 1997.

LEONARDO, M.R. et al. Effect of intracanal dressings on repair and apical bridging of teeth with incomplete root formation. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 9, n. 1, p. 25-30, Feb.1993.

LOPES, H. P. et al. O emprego do hidróxido de cálcio associado ao azeite de oliva. **RGO**, Porto Alegre, v. 34, n. 4, p. 306-313, 1986.

MANI, A. S. et al. Evaluation of calcium hydroxide and zinc oxide eugenol as root canal filling materials in primary teeth. **ASDC J. Dent. Child.**, Chicago, v. 67, n. 2, p. 142-147, Mar./Apr. 2000.

MARAIS, J. T. The use of calcium hydroxide as a dressing in root canal treatment. **J. Dent. Assoc. S. Afr.**, Cape Town, v. 51, p. 593-599, Sept. 1996.

MARKOWITZ, K. et al. Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. A clinically oriented review. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, Chicago, v. 73, n. 6, p. 729-737, June 1992.

METZGER, Z.; SOLOMONOV, M.; MASSA, E. Calcium hydroxide retention in wide root canals with flaring apices. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 17, n. 2, p. 86-92, Apr. 2001.

MINANA, M.; CARNES, D. L.; WALKER, W. A. pH changes at the surface of root dentin after intracanal dressing with calcium oxide and calcium hydroxide. **J. Endod.**, Baltimore, v. 27, n. 1, p. 43-45, Jan. 2001.

NERWICH, A.; FIGDOR, D.; MESSER, H. pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. **J. Endod.**, Baltimore, v. 19, n. 6, p. 302-306, June 1993.

NISWANDER, J. D., SUJARU, C. Relationship of Enamel Defects of Permanent Teeth to Retention of Deciduous Tooth Fragments. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 41, n. 4, p. 808-814, July/Aug. 1962.

NURKO, C.; GARCIA-GODOY, F. Evaluation of a calcium hydroxide/iodoform paste (Vitapex) in root canal therapy for primary teeth. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmingham, v. 23, n. 4, p.289-294, Summer 1999.

PASHLEY, D. H.; KALATHOOR, S.; BURNHAM, D. The effects of calcium hydroxide on dentin permeability. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 65, n. 3, p. 417-420, Mar. 1986.

PORKAEW, P. et al. effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal. **J. Endod.**, Baltimore, v. 16, n. 8, p. 369-374, Aug. 1990.

REHMAN, K. et al. Calcium ion diffusion from calcium hydroxide-containing materials in endodontically- treated teeth: an in vitro study. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 29, n. 4, p. 271-279, July 1996.

RESENDE, G. B. **Análise in vitro das zonas de perigo no preparo biomecânico de canais radiculares de dentes decíduos.** 2001. 119f. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ROCHA, M.J.C. Tratamento endodôntico de dentes decíduos comprometidos por cárie. In: GRUPO BRASILEIRO DE PROFESSORES DE ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA, 10., 2001. Belo horizonte. **Livro anual**, Belo Horizonte: Fumarc, v.1, n.1, p. 28-30, jan./dez. 2001.

SCHÄFER, E.; BEHAISSI, A. A. pH changes in root dentin after root canal dressing with gutta-percha points containing calcium hydroxide. **J. Endod.**, Baltimore, v. 26, n. 11, p. 665-667, Nov. 2000.

SEGURA, J. J. et al. Calcium hydroxide inhibits substrate adherence capacity of macrophages. **J. Endod.**, Baltimore, v. 23, n. 7, p. 444-447, July 1997.

SHEEHY, E. C.; ROBERTS, G. J. Use of calcium hydroxide for apical barrier formation and healing in non-vital immature permanent teeth: a review. **Br. Dent. J.**, London, v. 183, n. 7, p. 241-246, Oct. 1997.

SIMON, S. T.; BHAT, K. S.; FRANCIS, R. Effect of four vehicles on the pH of calcium hydroxide and the release of calcium ion. **Oral. Surg. Oral. Méd. Oral. Pathol. Oral. Radiol. Endod.**, Chicago, v. 80, n. 4, p.459-64, Oct. 1995.

STAEHLE, H. J. et al. Effect of root canal filling materials containing calcium hydroxide on the alkalinity of root dentin. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 11, n. 4, p. 163-168, Aug. 1995.

STAEHLE, H. J.; THOMA, C.; MULLER, H.P. Comparative in vitro investigation of different methods for temporary root canal filling with aqueous suspensions of calcium hydroxide. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 13, n. 3, p. 106-112, June 1997.

TANOMARU FILHO, M.; LEONARDO, M. R.; SILVA, L. A.da. Effect of irrigating solution and calcium hydroxide root canal dressing on the repair of apical and periapical tissues of teeth with periapical lesion. **J. Endod.**, Baltimore, v. 28, n. 4, p. 295-299, Apr. 2002.

TRONSTAD, L. et al. Ph changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. **J. Endod.**, Baltimore, v.7, n.1, p.17-21, 1980.

TROPE, M.; DELANO, E. O.; ORSTAVIK, D. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: single vs. multivisit treatment. **J. Endod.**, Baltimore, v. 25, n. 5, p. 345-350, May 1999.

TURKUN, M.; GENGIZ, T. The effect of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 30, p. 335-342, 1997.

VALDERHAUG, J. Periapical inflammation in primary teeth and its effect on the permanent successors. **Int. J. Oral Surg.**, Copenhagen, v. 3, p. 171-182, 1974.

WADACHI, R.; ARAKI, K.; SUDA, H. Effect of calcium hydroxide on the dissolution of soft tissue on the root canal wall. **J. Endod.**, Baltimore, v. 24, n. 5, p. 326-330, May 1998.

WEIGER, R.; ROSENDAHL, R.; LOST, C. Influence of calcium hydroxide intracanal dressings on the prognosis of teeth with endodontically induced periapical lesions. **Int Endod. J.**, Oxford, v. 33, n. 3, p. 219-226, May 2000.

YANG, S. et al. Canal debridement: effectiveness of sodium hypochlorite and calcium hydroxide as medicaments. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 10, p. 521-525, Oct. 1996.

APÊNDICE