

FACSETE – FACULDADE SETE LAGOAS

DANIEL VESPOLI PAOLUCCI

HIDRÓXIDO DE CÁLCIO COMO MEDICAÇÃO INTRACANAL

LAVRAS – MG

2017

DANIEL VESPOLI PAOLUCCI

HIDRÓXIDO DE CÁLCIO COMO MEDICAÇÃO INTRACANAL

Monografia apresentada ao Curso de
Especialização *Lato Sensu* da Faculdade
Sete Lagoas, como requisito parcial para
conclusão do Curso Endodontia.
Área de concentração: Endodontia
Orientador: Prof. Espec. Mário Augusto de
Araújo Almeida.

LAVRAS – MG

2017

Paolucci, Daniel Vespoli

Hidróxido de cálcio como medicação intracanal / Daniel Vespoli Paolucci. – 2017.

33 f.

Orientador: Mário Augusto de Araújo Almeida

Monografia (especialização) – Faculdade de Sete Lagoas/IMPEO, 2017.

1. Hidróxido de cálcio. 2. Medicação intracanal.

I. Hidróxido de cálcio como medicação intracanal.

II. Mário Augusto de Araújo Almeida.

FACSETE – FACULDADE SETE LAGOAS

Monografia intitulada “***Hidróxido de cálcio como medicação intracanal***” de autoria do aluno Daniel Vespoli Paolucci, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Espec. Mário Augusto de A. Almeida - Orientador – FACSETE/Polo Lavras

Prof. Me. Sérgio Henrique Monteiro Miranda – FACSETE/Polo Lavras

Prof. Me. Ronaldo de Carvalho - Coordenador - FACSETE/Polo Lavras

Lavras , 23 de março de 2017.

RESUMO

Sempre se busca realizar uma completa limpeza e sanificação do sistema de canais radiculares, porém, variações anatômicas (como canais laterais, colaterais e delta apical) e presença de bactérias (que podem interferir no prognóstico do tratamento endodôntico), representam o principal desafio para se obter sucesso na terapêutica endodôntica. O mais importante na terapia endodôntica é o que se remove do interior dos canais radiculares, tais como bactérias, tecido necrosado, restos orgânicos de polpa viva. E essa remoção se faz através do preparo-biomecânico e uma copiosa e abundante irrigação. Com o preparo biomecânico, as limas endodônticas atuam na luz do canal principal, limpando suas paredes. A solução irrigadora atua tanto no canal principal, quanto em locais onde as limas não atuam, completando a sanificação dos canais. Porém, em muitos casos, o uso de uma medicação intracanal é necessário para eliminar microrganismos que sobreviveram ao preparo químico-mecânico e potencializar o processo de sanificação. O hidróxido de cálcio é uma das substâncias mais utilizadas como medicação intracanal, devido a sua ação antimicrobiana, anti-inflamatória, biocompatibilidade e formação de tecido mineralizado. Seu ph extremamente alcalino e a sua dissociação em íons cálcio e hidroxila justificam o seu elevado uso na endodontia. O objetivo deste trabalho é de se fazer um estudo profundo do uso do hidróxido de cálcio como medicação intracanal, analisando seus mecanismos de ação, dissociação de íons cálcio e hidroxila, ação antimicrobiana, suas limitações, biocompatibilidade, relacionando com seu uso na endodontia.

Palavras-chave: Hidróxido de cálcio; Medicação intracanal; Terapêutica Endodôntica.

ABSTRACT

Always seeks to conduct a thorough cleaning and sanitization of the root canal system, but anatomic variations (such as lateral, side channels and apical delta) and bacteria (which can influence the prognosis of endodontic treatment) represent the main challenge to get success in endodontic therapy. The most important in endodontic therapy is what is removed from the root canals, such as bacteria, necrotic tissue, organic remains of vital pulp. And this removal is done by preparing-biomechanics and a copious and abundant irrigation. With biomechanical preparation, endodontic files act in the light of the main channel, clearing its walls. The irrigating solution operates in both the main channel and in places where the files do not work, completing the sanitization of the channels. However, in many cases, the use of an intracanal medication is needed to eliminate microorganisms that survived the chemomechanical preparation and enhance the sanitization process. Calcium hydroxide is one of the substances used as intracanal medication due to its antimicrobial action, anti-inflammatory, biocompatibility and formation of mineralized tissue. Its extremely alkaline pH and its dissociation into calcium ions and hydroxyl justify their high use in endodontics. The objective of this work is to make a deep study of the use of calcium hydroxide as intracanal medication. Analyzing their mechanisms of action, dissociation of calcium ions and hydroxyl, antimicrobial action, its limitations, biocompatibility, relating to their use in endodontics.

Keywords: Calcium hydroxide; Intracanal medication; Endodontic Therapy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	Pág. 7
2 REVISÃO DE LITERATURA	Pág. 8
2.1 Hidróxido de cálcio	Pág. 8
2.2 Ação biológica	Pág.11
2.3 Ação antibacteriana.....	Pág.12
2.4 Lipopolissacarídeos.....	Pág.15
2.5 Importância da dissociação dos íons cálcio e hidroxila	Pág.16
2.6 Mecanismo de ação	Pág.17
2.7 Limitações da utilização do hidróxido de cálcio	Pág.18
2.7.1 Limitações do hidróxido de cálcio.....	Pág.19
2.8 Efeito do veículo na atividade antimicrobiana	Pág.20
2.9 Ação anti-inflamatória.....	Pág.22
2.10 Biocompatibilidade	Pág.23
2.11 Métodos de inserção e remoção do canal radicular	Pág.24
3 DISCUSSÃO	Pág.26
4 CONCLUSÃO	Pág.29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Pág.30

1 INTRODUÇÃO

Apesar das medicações intracanaís serem usadas há bastante tempo, não há unanimidade sobre qual medicamento seria o melhor, já que vários estudos sobre o assunto são contraditórios.

O uso do hidróxido de cálcio como medicação intracanal em biopulpectomia se justifica para o preenchimento de todo o canal radicular em toda a sua extensão, evitando assim, a infiltração bacteriana, mantendo-se a cadeia asséptica. Em casos de infecções endodônticas (necropulpectomia), o hidróxido de cálcio como medicação intracanal é importante na sanificação do interior dos canais radiculares.

A presença de microrganismos é um dos fatores responsáveis pela instalação e manutenção das patologias pulpare e periapicais. O preparo químico-mecânico dos canais radiculares e o uso de soluções irrigadoras causam uma redução do número de microrganismos no interior dos canais radiculares. O uso de uma medicação intracanal se justifica devido a existência de microrganismos no interior dos canais radiculares, que resistiram ao preparo químico-mecânico. O uso da medicação intracanal completa assim, o processo de sanificação.

Após o preparo biomecânico de dentes necrosados, torna-se imprescindível a colocação de uma medicação intracanal.

O hidróxido de cálcio possui uma boa biocompatibilidade devido a sua baixa solubilidade.

Por apresentar ação higroscópica, o hidróxido de cálcio diminui um dos sinais da inflamação, que é o edema.

O hidróxido apresenta algumas limitações, tais como: necessidade de contato direto com bactérias, baixa penetração no interior dos túbulos dentinários, enfraquecimento dentinário e não atua sobre *Enterococcus faecalis*.

O objetivo deste trabalho é de se fazer um estudo profundo do uso do hidróxido de cálcio como medicação intracanal, analisando seus mecanismos de ação, dissociação de íons cálcio e hidroxila, ação antimicrobiana, suas limitações, biocompatibilidade, relacionando com seu uso na endodontia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Hidróxido de cálcio

A primeira referência ao emprego do hidróxido de cálcio é atribuída a Nygren, em 1838, para o tratamento da fístula dental, enquanto Codman, em 1851, o empregava nos casos de amputações radiculares de polpas vivas. Entretanto, foi somente em 1920, que por intermédio de Bernhard W. Hermann, um dentista alemão, tal substância começou a ser cientificamente empregada, pesquisada e difundida na forma de uma pasta denominada Calxyl (LOPES; SIQUEIRA JR., 2004).

A partir de 1975, com os trabalhos de Heithersay e de Stewart, o hidróxido de cálcio passou a ser empregado como curativo de demora em dentes com necrose pulpar. Todavia, o hidróxido de cálcio teve seu emprego incrementado após Byström, Claesson e Sundqvist (1985) demonstrarem que esta substância proporciona resultados clínicos superiores aos observados com o fenol e paramonoclorofenolcanforado.

O hidróxido de cálcio apresenta-se como um pó branco, alcalino (ph 12,8), pouco solúvel em água (solubilidade de 1,2 g/litro de água, à temperatura de 25°C). Trata-se de uma base forte, obtida a partir da calcinação (aquecimento) do carbonato de cálcio (cal viva).

As pastas de hidróxido de cálcio utilizadas como medicação intracanal possuem atividade antibacteriana, induzem à mineralização e funcionam como uma barreira física, negando assim, o suprimento de substrato para microrganismos residuais que porventura tenham sobrevivido ao preparo químico-mecânico. Esta barreira física limita o espaço para a multiplicação destes microrganismos remanescentes entre as sessões de tratamento.

Ele é uma base forte, cujo principal mecanismo de ação está associado à dissociação de seus componentes, ou seja, à liberação de íons cálcio e hidroxila (HEITHERSAY, 1995; LOPES; SIQUEIRA JR., 1999).

Sabe-se que os microrganismos não são destruídos na sua totalidade, do complexo dos canais radiculares após o preparo químico-mecânico (SJÖGREN et al., 1991), o que pode ocorrer por falhas na instrumentação, pela presença de áreas

inacessíveis a ação dos instrumentos endodônticos e da solução irrigadora e pela presença de microrganismos.

O tratamento endodôntico ideal visa a limpeza e a modelagem de todo o sistema de canais radiculares, procurando eliminar a infecção, auxiliado por soluções irrigadoras indicadas e por medicações intracanaís apropriadas, para que, ao final, obtenha-se uma obturação satisfatória do sistema de canais radiculares (ALBUQUERQUE; DINIZ; MATHEUS, 1999).

Segundo Lopes e Siqueira Jr. (1999), a utilização de uma medicação intracanal se dá por diversos motivos: promover a eliminação e impedir a proliferação de microrganismos remanescentes após o preparo químico-mecânico; atuar como barreira físico-química contra a infecção ou a reinfecção por microrganismos da saliva; reduzir a inflamação perirradicular; solubilizar matéria orgânica; neutralizar produtos tóxicos; controlar exsudação persistente; controlar reabsorção dentinária inflamatória externa e; estimular a reparação por tecido mineralizado.

A medicação intracanal também pode ser encontrada na literatura com outras nomenclaturas, como curativo entre sessões, curativo de demora e medicação local (SOARES; GOLDBERG, 2001).

Para Hizatugo et al. (2002), o objetivo principal do tratamento endodôntico é criar condições propícias para que ocorra o restabelecimento das normalidades dos tecidos periapicais. Esse objetivo é conseguido, principalmente, pela ação químico-mecânica dos instrumentos endodônticos e das soluções irrigadoras, promovendo a desinfecção do sistema dos canais radiculares, e pela obturação tridimensional desse sistema.

Para Estrela e Estrela (2002), a fase do preparo radicular é a responsável pela sanificação do canal radicular, com a eliminação de restos de matéria orgânica e de grande quantidade de microrganismos, porém, isoladamente, não garante a sua completa remoção. Afirmam ainda, que a presença de microrganismos nem sempre determinam um fracasso, todavia, a ausência desses, certamente contribuirá para o sucesso do tratamento.

Siqueira Jr. (2002) afirma que a infecção no interior do sistema de canais radiculares não é eliminada de forma eficaz somente pelo preparo químico-mecânico e pela obturação do canal radicular, estando o sucesso do tratamento dependente

também da aplicação de uma medicação intracanal adequada após o preparo químico-mecânico.

Dessa forma, após o preparo químico-mecânico, faz-se necessário a utilização de uma substância no interior do canal radicular ou da câmara pulpar, com o objetivo de destruir os microrganismos que sobreviveram ao preparo químico-mecânico. Assim, deverá ser aplicado um medicamento no interior do sistema de canais radiculares que atuará como um recurso auxiliar ao preparo químico-mecânico, visando a destruição dos microrganismos (SOARES; GOLDEBERG, 2001; BATISTA; BERGER, 2002).

Souza (2003) considera que o medicamento intracanal ideal deve apresentar duas características básicas: exercer uma ação anti-inflamatória (em virtude do ato operatório ser traumático) e apresentar ação bactericida (devido a permanência de microrganismos após o preparo químico-mecânico).

A busca de uma medicação ideal para ser utilizada como medicação intracanal, que atenda a todos os requisitos para essa função, tem gerado um número elevado de pesquisas, com resultados muitas vezes contraditórios. Estes autores salientam que a medicação intracanal deve atuar de forma efetiva sobre toda a microbiota do sistema de canais radiculares (mesmo que seja protegida pelo biofilme apical), além de ter ação anti-exsudativa, induzir a mineralização, ter capacidade de dissolver restos orgânicos e estimular o reparo apical e periapical (LEONARDO; SILVA, 2005).

Os principais requisitos desejáveis para uma medicação intracanal são: capacidade antimicrobiana, biocompatibilidade, largo espectro de ação, atividade prolongada, não manchar as estruturas dentárias, não ser alergênico e ser de fácil remoção. Porém, ainda não existe uma substância que reúna todas essas características (RUIZ et al., 2007).

De acordo com Nery et al. (2012), observou-se que após 14 dias de medicação intracanal com hidróxido de cálcio em pacientes com lesões periapicais crônicas e preservação de 8 a 11 meses, 78,46% dos casos tratados sofreram reparo total da lesão periapical e 21,54% não tiveram evidências de reparo.

Segundo Farac et al. (2013), o efeito do hidróxido de cálcio na eliminação do *Enterococcus faecalis* foi apenas razoável. Porém, quando o hidróxido de cálcio foi associado ao paramonoclorofenolcanforado, obteve-se efeitos eficazes contra essa bactéria.

Quando o hidróxido de cálcio é veiculado com água destilada, os íons cálcio e hidroxila são liberados com rapidez e esta pasta apresenta alto grau de solubilidade quando em contato direto com os fluidos teciduais. Para desinfecção entre sessões em curto prazo, a característica de rápida liberação de íons é desejável (GROVER; SHETTY, 2014).

2.2 Ação biológica

O hidróxido de cálcio estimula o processo de mineralização/remineralização e promove o reparo devido ao seu elevado pH que irá ativar a enzima fosfatase alcalina, estimulando a liberação de fosfato inorgânico dos ésteres de fosfato, de acordo com Estrela et al. (1995). Os íons de fosfato livres reagem com os íons cálcio, provenientes dos tecidos, e formam o composto fosfato de cálcio, que se precipita na matriz orgânica na forma de hidróxido de apatita.

Caliskan; Turkun (1997) relataram o caso de um paciente adulto jovem com rizogênese incompleta e extensa lesão cística, decorrente de um traumatismo sofrido 12 anos antes, que foi tratado com medicação intracanal (pasta à base de hidróxido de cálcio), inicialmente com trocas diárias durante 4 dias, em virtude da presença do líquido cístico. Após 9 meses, houve regressão da lesão e fechamento do ápice, e em 15 meses, observou-se o reparo periapical. Os autores demonstraram que extensas lesões císticas podem regredir apenas com uso de medicação intracanal, sem a necessidade de realizar tratamento cirúrgico.

Papworth e Leads (1998) compararam os resultados de tratamentos endodônticos, após um período de 6 a 9 meses, em dentes com polpa necrosada e com reação periapical radiograficamente detectável. Quarenta e três elementos dentários unirradiculares receberam tratamento endodôntico, dos quais 23 receberam o hidróxido de cálcio como medicação intracanal por um período que variou de 10 a 21 dias e 20 foram obturados na mesma sessão. No grupo que recebeu hidróxido de cálcio houve 100% de sucesso, ou seja, houve regressão ou desaparecimento da reação periapical e ausência de sintomatologia. Dos 20 dentes obturados em sessão única, observou-se sucesso em 60% (12), nos 40% (8) restantes houve permanência ou aumento da reação periapical e dor a percussão.

2.3 Ação antibacteriana

Para selecionar uma medicação intracanal, deve-se conhecer bem o seu mecanismo de ação sobre a flora bacteriana predominante. Devido ao seu elevado pH, em virtude da liberação de íons hidroxila, o hidróxido de cálcio é considerado um excelente agente antibacteriano, por alterar as enzimas presentes na parede celular bacteriana, que tem função primordial para sua sobrevivência, pois é responsável pelo metabolismo, transporte de nutrientes, crescimento e divisão celular. Ao promover estas alterações na parede celular bacteriana, o hidróxido de cálcio causa a morte celular, segundo Estrela et al. (1995).

Siqueira Jr. e Lopes (1996) demonstraram que o paramonoclorofenolcanforado apresentou excelente atividade antibacteriana, inclusive superior ao hidróxido de cálcio, sobre bactérias anaeróbias estritas. Isto revela que o paramonoclorofenolcanforado se difunde mais, possuindo um maior raio de ação antibacteriana. Por isso, quando associado ao hidróxido de cálcio, o paramonoclorofenolcanforado pode aumentar o raio de atuação da pasta, atingindo microrganismos alojados em regiões mais distantes do local de aplicação delas.

A pasta HPG é preparada sobre uma placa de vidro estéril, utilizando-se uma espátula flexível para cimentos. Inicialmente, deposita-se valores iguais de paramonoclorofenolcanforado e glicerina sobre a placa, homogeneizando-os. Em seguida, agrega-se o pó do hidróxido de cálcio, gradativamente, até que se obtenha uma consistência cremosa, similar ao creme dental. Pode-se acrescentar iodofórmio na pasta para conferir radiopacidade (3:1 em volume hidróxido de cálcio / iodofórmio). O iodofórmio não interfere na atividade antibacteriana da pasta (SIQUEIRA; UZEDA, 1997).

Sukawat e Srisuwan (2002) compararam a eficácia de três pastas de hidróxido de cálcio em desinfetar dentina humana experimentalmente infectada com *Enterococcus faecalis*. Após sete dias de exposição, apenas a pasta de hidróxido de cálcio com paramonoclorofenolcanforado eliminou *Enterococcus faecalis* dos túbulos dentinários. As pastas de hidróxido de cálcio com água destilada ou com clorexidina a 0,2% foram ineficazes nesse sentido.

Gomes et al. (2002), avaliaram a suscetibilidade de 11 espécies bacterianas (quatro anaeróbias estritas, seis facultativas e uma aeróbia) e uma levedura (*Cândida albicans*) a pastas de hidróxido de cálcio em diferentes veículos. O método

empregado foi o de difusão em ágar. Seus achados confirmaram que a pasta HPG apresentou eficácia antimicrobiana pronunciada, a qual foi significativamente superior quando comparada com as pastas de hidróxido de cálcio tendo como veículos o paramonoclorofenolcanforado (sem o acréscimo de glicerina), a glicerina, a solução salina ou o propietilenoglicol.

Por a irritação ser de baixa intensidade por um curto período de tempo, uma vez que os microrganismos residuais são eliminados pela pasta, após a sua remoção do canal não há a persistência de agressão aos tecidos perirradiculares.

A grande maioria dos microrganismos patogênicos para o homem não é capaz de sobreviver em um meio extremamente alcalino. Enquanto muitas espécies microbianas isoladas de canais radiculares conseguem manter sua viabilidade até cerca de pH 9, raro o fazem em meios que apresentam maiores valores de pH. Alguns microrganismos são exceções como o *Enterococcus Faecalis*, que podem sobreviver em pH 11,5 e a *Cândida albicans*. Como o pH do hidróxido de cálcio é 12,5, depreende-se que praticamente todas as espécies bacterianas já isoladas de canais infectados são sensíveis aos seus efeitos, sendo eliminadas em curto período de tempo, quando em contato direto com esta substância (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 1999).

O hidróxido de cálcio também é responsável pela hidrólise das endotoxinas ou lipopolissacarídeos (LPS) presentes na parede celular de bactérias gram-negativas, que são importantes fatores de virulência e um dos principais fatores etiológicos das pulpopatias e periapicopatias. Ao ser inativada, a molécula d LPS perde seus efeitos tóxicos (LOPES; SIQUEIRA JR, 1999).

De acordo com Goodis (1998), o principal agente etiológico das infecções pulpares é a ação bacteriana, sendo esta, também, a principal causa dos insucessos nos tratamentos endodônticos. Todavia, quando o preparo biomecânico é associado ao uso do hidróxido de cálcio, como medicação intracanal, por períodos que variam de sete a dez dias, há eliminação de bactérias e, conseqüentemente, aumento de sucessos após tratamento endodôntico, principalmente quando comparados a tratamentos realizados em sessão única.

A ação antibacteriana do hidróxido de cálcio em túbulos dentinários infectados foi avaliada, pelos estudos realizados por Estrela e Figueiredo (1999). Sessenta e três elementos dentários foram preparados biomecanicamente, esterilizados e divididos em 5 grupos com 12 dentes cada. Em seguida,

contaminados por 28 dias, colocando-se novas culturas por 72 horas. Posteriormente, foram lavados com soro e preenchidos com pasta a base de hidróxido de cálcio. Imediatamente e após 48, 72 horas e 7 dias, a medicação foi removida e os elementos dentais imersos em meios de cultura para avaliar o crescimento e multiplicação dos microrganismos. Os resultados demonstraram que o hidróxido de cálcio não apresentou ação antibacteriana nos túbulos dentinários infectados, mesmo após 7 dias.

Para que o hidróxido de cálcio tenha ação antimicrobiana, é necessário que esteja em contato direto com bactérias, pois, nessas condições, a concentração de hidroxila é bastante elevada, atingindo níveis que tornam o meio incompatível à sobrevivência da bactéria. Porém, nem sempre é possível conseguir estas condições clinicamente, segundo afirmaram Lopes e Siqueira Jr. (1999).

O hidróxido de cálcio caracteriza-se por ser uma base forte, com pH aproximado de 12,5. Apresenta-se na forma de um pó, o qual deve ser adicionado a um veículo para que possa dissociar-se em íons cálcio e hidroxila, que são os responsáveis pela elevação do pH do meio onde a medicação estará presente. Essa elevação do pH é o principal responsável pelo efeito antimicrobiano que este medicamento apresenta (QUIDUTE; AGUIAR, 2002; SIQUEIRA JR., 2002; LEONARDO, 2005).

Estrela, Estrela e Pécora (2003) realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de avaliar o tempo necessário de permanência do hidróxido de cálcio no interior de canais radiculares infectados, com o objetivo de eliminar os microrganismos que sobreviveram ao preparo químico-mecânico. Foram utilizados 168 dentes humanos anteriores, os quais foram contaminados com *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* e *Candida albicans*. Após o preparo químico-mecânico, os canais radiculares foram preenchidos com uma pasta de hidróxido de cálcio associada à água destilada. As amostras foram coletadas nos intervalos de 1 minuto, 7,15,21,27,30,45,60 e 90 dias. Os resultados indicaram que o efeito antimicrobiano ideal ocorreu após sessenta dias de utilização da pasta de hidróxido de cálcio.

A pasta HPG apresenta maior espectro de atividade antimicrobiana, maior raio de atuação e efeito antimicrobiano mais rápido, quando comparada às pastas de hidróxido de cálcio em veículos inertes. O maior raio de ação pode ser resultado da baixa tensão superficial do paramonoclorofenolcanforado e da solubilidade em

lipídeos, o que facilita sua difusibilidade pelo sistema de canais radiculares (LOPES; SIQUEIRA JR., 2004).

Oliveira et al. (2010), utilizando pasta a base de hidróxido de cálcio e pasta de hidróxido de cálcio, associado ao paramonoclorofenolcanforado, verificaram que as amostras de *C. albicans*, *B. subtilis* e *E. faecalis* mostraram-se sensíveis a estas pastas.

De acordo com Chavasco, Parreira e Pereira (2011), as pastas formuladas a base de hidróxido de cálcio que apresentam maiores halos de inibição do crescimento bacteriano, foram as associadas ao paramonoclorofenol. Os microrganismos mais sensíveis às pastas testadas foram *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus*, e o mais resistente foi o *Enterococcus faecalis*.

A ação antibacteriana do hidróxido de cálcio decorre da liberação de íons hidroxila, com conseqüente aumento do ph, atingindo 11-12,5. O efeito letal de íons hidroxila contra células bacterianas é, principalmente, devido ao dano causado em sua membrana citoplasmática, desnaturação de proteínas e os danos diretos ao DNA (DUARTE et al., 2011).

Espécies microbianas podem formar uma estrutura organizada envolvida por substâncias protetoras, denominadas biofilme microbiano. Os biofilmes microbianos são notavelmente resistentes às substâncias químicas utilizadas durante a terapia endodôntica (WILSON et al., 2014).

2.4 Lipopolissacarídeos

Sjogren et al. (1991), declararam que o tempo de contato entre hidróxido de cálcio e o lipopolissacarídeo bacteriano deve ser de, no mínimo, sete dias, para que ocorra a sua completa inativação.

Endotoxinas bacterianas são componentes bacterianos tóxicos liberados por bactérias íntegras ou após a desintegração bacteriana, constituindo-se em produtos da parede celular bacteriana que podem exercer efeito tóxico. Atualmente, a endotoxina é utilizada para indicar o lipopolissacarídeo da parede celular de bactérias Gram negativas (PEREIRA, 1994).

Safavi e Nichols (1994) demonstraram que o hidróxido de cálcio tem a capacidade de hidrolisar a porção lipídica do lipopolissacarídeo bacteriano, promovendo a degradação dele, além de alterar as propriedades biológicas de tal

endotoxina. Segundo os autores, esses achados sugerem que o hidróxido de cálcio é capaz de mediar a degradação dos lipopolissacarídeos.

De acordo com Safavi e Nichols (1994), as propriedades químicas dos lipopolissacarídeos são alteradas com um 'alkali', ou seja, uma substância alcalina, tal como o hidróxido de cálcio. Em 1993, estes autores já haviam realizado um estudo cujo objetivo foi avaliar os efeitos do hidróxido de cálcio nos lipopolissacarídeos bacterianos e observaram que o hidróxido de cálcio promoveu a liberação de uma elevada quantidade de ácidos graxos, concluindo então, que essa substância teve a capacidade de hidrolisar a porção lipídica desses lipopolissacarídeos. Esse resultado sugere que o hidróxido de cálcio é capaz de mediar a degradação dos lipopolissacarídeos e que pode ser uma importante razão para o uso de tal medicação na clínica endodôntica.

2.5 Importância da dissociação dos íons cálcio e hidroxila

Em relação aos íons cálcio produzidos pela dissociação iônica do hidróxido de cálcio, estes permitem a redução da permeabilidade de novos capilares no tecido de granulação de dentes desvitalizados, diminuindo a quantidade de líquido intercelular e ativando a aceleração da pirofosfatase, que também exerce um papel importante no processo de mineralização (ESTRELA et al., 1995).

O processo de reparo dos tecidos está diretamente envolvido com uma enzima, a fosfatase alcalina, a qual é ativada em ambientes de pH que variam entre 8.6 e 10.3; logo, o hidróxido de cálcio está apto a ativá-la. Esta é uma enzima hidrolítica que tem a capacidade de liberar fosfato orgânico a partir de ésteres fosfóricos. Os íons fosfatos liberados reagem com os íons cálcio provenientes dos tecidos, formando precipitados de cálcio (na forma de hidroxiapatita) sobre uma matriz orgânica, caracterizando o processo em questão (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 1999).

Os íons hidroxila difundem-se pela dentina, elevando o pH do meio até valores que chegam a 12,6, produzindo um ambiente extremamente alcalino e proporcionando assim, a atividade antimicrobiana característica do hidróxido de cálcio. Valores elevados de pH, como os produzidos pela dissociação e difusão iônica do hidróxido de cálcio tem a capacidade de alterar a integridade da membrana citoplasmática bacteriana pelos efeitos tóxicos gerados durante a transferência de

nutrientes para o interior da bactéria (ESTRELA; ESTRELA; PÉCORÁ, 2003; ESTRELA; BAMMANN, 1999).

O hidróxido de cálcio é uma base forte (pH 12.8), pouco solúvel em água, que se apresenta sob a forma de um pó branco, o qual é obtido pela hidratação do óxido de cálcio e tem sido recomendado como medicação intracanal, devido ao fato de promover um selamento físico provisório do canal radicular, por possuir atividade antibacteriana relacionada ao seu alto pH e por induzir a formação de tecido mineralizado. As propriedades antimicrobianas e biológicas são resultados da dissociação em íons cálcio e hidroxila e da ação que esses íons exercem sobre os tecidos e as bactérias (ESTRELA; BAMMANN, 1999).

Enfim, a efetividade do hidróxido de cálcio como medicação intracanal é atribuída, principalmente, aos grupos hidroxila, que promovem um ambiente alcalino no sistema de canais radiculares, caracterizado por um elevado pH de 12.5 (HAN; PARK; YOON, 2001).

2.6 Mecanismo de ação

De acordo com Lopes e Siqueira Jr. (1999), a atividade antimicrobiana do hidróxido de cálcio está relacionada à liberação de íons hidroxila, oriundos de sua dissociação. Os íons hidroxila são radicais livres altamente oxidantes, que apresentam extrema reatividade, ligando-se a biomoléculas próximas ao seu local de formação, isto é, onde o hidróxido de cálcio foi aplicado. Seu efeito letal se dá pelos seguintes mecanismos:

- a) Perda da integridade da membrana citoplasmática bacteriana. Ocorre uma peroxidação lipídica, destruindo fosfolípios, componentes estruturais da membrana.
- b) Inativação enzimática. Todo metabolismo celular é dependente de ação enzimática, a qual está diretamente relacionada ao pH do meio. Enzimas possuem uma faixa estreita de pH onde a atividade é ótima, girando em torno da neutralidade. A alcalinização promovida pelo hidróxido de cálcio inibe a atividade enzimática, a célula morre.

- c) Dano ao DNA. Os íons hidroxila reagem com o DNA bacteriano, induzindo mutações. Isto gera inibição da replicação do DNA e desarranjo da atividade celular.

Para Estrela e Figueiredo (1999), também ocorre dano ao DNA da célula bacteriana, dificultando a multiplicação sem mutações das células. A inativação enzimática bacteriana também é consequência da ação do hidróxido de cálcio, porém, essa inativação pode ser reversível quando a medicação agir por um curto período de tempo sobre as bactérias.

O mecanismo de ação do hidróxido de cálcio ocorre por contato, ou seja, a medicação precisa entrar em contato com os microrganismos para que possa eliminá-los ou inativá-los. A ação antimicrobiana do hidróxido de cálcio depende da dissociação do hidróxido de cálcio em íons cálcio e hidroxila, o que ocorre em presença de água. O pH elevado proporcionado pela dissociação dos íons provoca a destruição da membrana celular das bactérias e de sua estrutura protéica, interferindo no seu metabolismo e levando-as a morte (LOPES; SIQUEIRA JR., 1999; RUIZ et al., 2007).

2.7 Limitações da utilização do hidróxido de cálcio

Haapasalo e Orstavik (1987) observaram que uma pasta a base de hidróxido de cálcio (Calasept, Swedia, Knivsta, Sweden) falhou, em eliminar, mesmo que superficialmente, células de *Enterococcus faecalis* dentro dos túbulos dentinários. Os autores também observaram que o hidróxido de cálcio pode levar até 10 dias para desinfetar túbulos dentinários infectados por facultativos.

Para ser eficaz contra microrganismos localizados no interior dos túbulos dentinários, os íons hidroxila do hidróxido de cálcio devem difundir-se pela dentina e alcançar níveis suficientes para terem efeito letal. Foi demonstrado que a hidroxiapatita, principal componente inorgânico da dentina, tem efeito tampão para substâncias alcalinas, graças a presença de doadores de prótons em sua camada hidratada (NERWICH; FIDGOR; MESSER, 1993).

Outro fator também pode ajudar a explicar o porquê da ineficácia do hidróxido de cálcio na desinfecção de túbulos dentinários. O arranjo das células bacterianas, colonizando as paredes do canal, pode impedir um efeito em profundidade do

hidróxido de cálcio, uma vez que as células da periferia da colônia podem proteger aquelas localizadas mais profundamente no interior tubular (SIQUEIRA JR.; UZEDA, 1997).

Faz-se necessário um tempo maior de atuação do hidróxido de cálcio quando comparado a medicações inespecíficas, já que a difusão dos íons hidroxila não ocorre imediatamente. Existem alguns microrganismos que são mais resistentes a um alto pH, como a *Enterococcus faecalis*, *Cândida albicans* e o *Actinomyces radicidentis*; quando estes microrganismos não são destruídos, o tratamento endodôntico pode ficar comprometido (LOPES; SIQUEIRA JR., 1999).

Portenier et al. (2001) examinaram e compararam a capacidade da dentina, da hidroxiapatita e da albumina em inibir efeitos antibacterianos contra o *Enterococcus faecalis* do hidróxido de cálcio, do acetato de clorexidina e do iodeto de potássio iodetado. O hidróxido de cálcio foi totalmente inativado na presença destes elementos orgânicos e inorgânicos.

O fato do hidróxido de cálcio agir por contato pode levar a uma dificuldade de ação em canais radiculares muito atrésicos, em razão da dificuldade de inserção da medicação nesses canais (SOARES; GOLDBERG, 2001).

Como o hidróxido de cálcio age por contato, as paredes dentinárias devem estar permeáveis à dissociação dos íons, dessa forma, vale lembrar a importância da utilização do EDTA para expor os túbulos dentinários (BATISTA; BERGER, 2002).

2.7.1 Limitações do hidróxido de cálcio

- a) Necessita contato direto, onde a concentração de íons hidroxila é máxima, atingindo níveis incompatíveis com a sobrevivência microbiana;
- b) Não atua sobre *Enterococcus faecalis*, sobrevive em pH 12, devido a sua bomba de prótons ativa, que reduz o pH intra-citoplasmático por bombear prótons para o interior da célula, regula o pH interno, independente do externo;
- c) Baixa solubilidade, baixa penetração no interior dos túbulos dentinários, onde ficam as bactérias. Quanto mais distante a dentina do hidróxido de cálcio, menores são os valores de pH;

- d) Capacidade tampão da dentina tende a controlar alterações de pH;
- e) Enfraquecimento dentinário, o hidróxido de cálcio causa uma ruptura de ligação entre a porção orgânica da dentina (fibras colágenas) com a porção inorgânica (hidroxiapatita). Essa ligação entre fibras colágenas e hidroxiapatita é feita por proteínas, que são desnaturadas pelo hidróxido de cálcio. Esses fatores deixam a estrutura dentinária mais dura, menos flexível e mais friável (OLIVEIRA et al. 2010).

2.8 Efeito do veículo na atividade antimicrobiana

Como o hidróxido de cálcio se apresenta na forma de pó, faz-se necessário a utilização de outra substância, que associada a esse, permita a liberação dos íons hidroxila e cálcio. Essas substâncias são chamadas de veículos e podem ser classificadas sob diferentes pontos de vista (ESTRELA; FIGUEIREDO, 1999).

Idealmente, os veículos devem possibilitar a dissociação iônica do hidróxido de cálcio em íons Ca e hidroxila, pois suas propriedades são dependentes de tal dissociação, que poderá ocorrer de diferentes formas, grau e intensidade, dependendo de outras substâncias que encontram na composição da pasta (ESTRELA; FIGUEIREDO, 1999).

O efeito antibacteriano das pastas de hidróxido de cálcio associadas à solução salina, à glicerina e paramonoclorofenolcanforado e à glicerina, frente a quatro espécies de bactérias anaeróbias comumente encontradas em infecções endodônticas (*Porphyromonas endodontalis*, *Prevotella intermedia*, *Streptococcus sanguis* e *Enterococcus faecalis*), foi avaliada por Siqueira Jr.; Uzeda (1998). As pastas a base de hidróxido de cálcio foram colocadas em culturas bacterianas, e o crescimento bacteriano foi observado em diferentes intervalos de tempo (5 minutos, 30 minutos, 1 hora, 1 dia e 3 dias). Todas as pastas apresentaram efeito antibacteriano, sendo que a pasta à base de hidróxido de cálcio/paramonoclorofenolcanforado/glicerina foi a que apresentou melhor efetividade em menor período de tempo (ESTRELA; FIGUEIREDO, 1999).

O hidróxido de cálcio pode ser associado a outras medicações, como o paramonoclorofenolcanforado, e a veículos como a água destilada, solução anestésica, soro fisiológico, polietilenoglicol, glicerina e óleo de oliva. O veículo

utilizado pode influenciar na capacidade de ação do hidróxido de cálcio, bem como na sua dissociação iônica e difusão (ESTRELA; BAMMANN 1999).

Segundo Lopes e Siqueira Jr. (1999), em relação à atividade antibacteriana os veículos podem ser chamados de inertes ou ativos. Os veículos inertes são, na maioria das vezes, biocompatíveis, pois não influenciam significativamente nas propriedades do hidróxido de cálcio. Como exemplo: a água destilada, o soro fisiológico, as soluções anestésicas a solução de metilcelulose, o óleo de oliva, a glicerina, o polietilenoglicol e o propietilenoglicol. Os veículos biologicamente ativos conferem efeitos antimicrobianos adicionais ao hidróxido de cálcio, como, por exemplo, o paramonoclorofenolcanforado, a clorexidina, o iodeto de potássio iodetado, a cresatina e o tricresolformalina.

Lopes e Siqueira Jr. (1999) também classificaram os veículos em relação as suas características físico-químicas, podendo ser hidrossolúveis ou oleosos, Os veículos hidrossolúveis podem ser subdivididos em aquosos ou viscosos.

Os veículos aquosos caracterizam-se pela rápida dissociação iônica e rápida difusão desses íons, aumentando, dessa forma, a velocidade de ação do medicamento, que age por contato frente aos microrganismos, porém, esse também perde mais rapidamente seu efeito junto aos microrganismos, necessitando de trocas mais frequentes da medicação. Dentre esses veículos destacam-se o soro fisiológico, a água destilada, soluções anestésicas e a solução de metilcelulose (LOPES; SIQUEIRA JR., 1999; BATISTA; BERGER, 2002).

Os veículos viscosos caracterizam-se por apresentarem uma dissociação mais lenta do hidróxido de cálcio, apresentando um efeito bactericida inicial não tão potente, porém, mais duradouro. Dentre esses veículos destacam-se a glicerina, o polietilenoglicol e o propietilenoglicol, Um exemplo comercial é o Calen (LOPES; SIQUEIRA JR., 1999; LEONARDO; SILVA, 2005).

Os veículos oleosos são pouco solúveis em presença de água, dessa forma, quando adicionados ao pó de hidróxido de cálcio, ocorre a formação de uma pasta com características de baixa solubilidade e difusão nos tecidos. São exemplos de veículos oleosos o ácido oleico, o ácido linoleico, o ácido isosteárico, o óleo de oliva, o óleo de papoula-lipiodol, o silicone e a cânfora (LOPES; SIQUEIRA JR., 1999; LEONARDO; SILVA, 2005).

A função antimicrobiana do hidróxido de cálcio está diretamente relacionada com o tipo de veículo utilizado e com o tempo de permanência da medicação no

interior do canal radicular. Dessa forma, acreditam que a associação do hidróxido de cálcio com veículos biologicamente ativos aumenta o poder antisséptico do hidróxido de cálcio (SIQUEIRA JR., 2002).

O veículo ideal deve promover liberação lenta e gradual dos íons cálcio e hidroxila, promover pouca difusão e ser pouco solúvel nos fluídos orgânicos e não afetar a capacidade indutora de tecido duro.

Estrela et al. (2006) testaram a influência do iodofórmio sobre a ação antibacteriana do hidróxido de cálcio. O estudo foi realizado *in vitro*, tendo a associação de hidróxido de cálcio + solução salina, hidróxido de cálcio-iodofórmio + solução salina e o iodofórmio + solução salina. Foram utilizadas no experimento as seguintes bactérias: *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Candida albicans*. Os resultados demonstraram que o iodofórmio não influenciou na atividade antibacteriana do hidróxido de cálcio, pois a associação hidróxido de cálcio + solução salina obteve halos de inibição semelhantes a associação hidróxido de cálcio-iodofórmio + solução salina. Já a pasta contendo iodofórmio + solução salina mostrou-se um ineficiente antibacteriano contra as bactérias testadas.

2.9 Ação anti-inflamatória

Os resultados das pesquisas em relação a ação anti-inflamatória ainda são bastante contraditórios, porém, sabe-se que, por apresentar característica higroscópica, o hidróxido de cálcio diminui um dos sinais da inflamação que é o edema (LOPES; SIQUEIRA JR., 1999).

Até o presente momento, calcado na ausência de maiores evidências científicas, parece lícito afirmar que o efeito anti-inflamatório do hidróxido de cálcio é bastante questionável. Outrossim, quando aplicado diretamente sobre um tecido acometido por resposta inflamatória aguda, o hidróxido de cálcio promove a exacerbação do processo, o que certamente não ocorreria se esta substância fosse dotada de ação anti-inflamatória. A característica de ser higroscópico não justifica a atribuição de propriedades anti-inflamatórias ao hidróxido de cálcio, uma vez que o processo inflamatório não é inibido. Neste caso, esta substância teria apenas um efeito osmótico, que poderia reduzir um dos sinais da inflamação, que é o edema (LOPES; SIQUEIRA JR., 1999).

2.10 Biocompatibilidade

A biocompatibilidade do hidróxido de cálcio é, sem dúvida, uma de suas características em que há unanimidade entre os autores. O fato do hidróxido de cálcio apresentar uma difusibilidade baixa colabora para que não penetre em grande quantidade para o interior dos tecidos, não causando, dessa forma, áreas extensas de necrose, já que sempre ocorre uma necrose superficial dos tecidos vivos quando entram em contato com o hidróxido de cálcio (LOPES; SIQUEIRA JR., 1999).

A principal razão de o hidróxido de cálcio ser bem tolerado pelos tecidos é a sua baixa solubilidade. Isto porque uma suspensão aquosa saturada desta substância possui um elevado pH, com grande potencial citotóxico.

De acordo com Lopes e Siqueira Jr. (2004), a compatibilidade biológica da pasta HPG pode ser devido:

- a) À pequena concentração de paramonoclorofenol liberado. Quando o paramonoclorofenolcanforado é associado ao hidróxido de cálcio, há a formação de um sal pouco solúvel, o paramonoclorofenolato de cálcio, que em ambiente aquoso se dissocia lentamente, liberando paramonoclorofenol e íons cálcio e hidroxila para o meio circundante. Sabe-se que uma substância pode apresentar efeitos benéficos ou deletérios, dependendo de sua concentração. A baixa liberação de paramonoclorofenol da pasta, provavelmente, não é suficiente para ter ação citotóxica.
- b) Ao fato do pH alcalino da pasta causar uma desnaturação protéica superficial do tecido em contato com ela, que serve como uma barreira física para a difusão e maior penetrabilidade tecidual por parte do paramonoclorofenol.
- c) À irritação ser de baixa intensidade por um curto período de tempo. Uma vez que os microorganismos residuais são eliminados pela pasta, após a sua remoção do canal não há a persistência de agressão aos tecidos perirradiculares.

2.11 Métodos de inserção e remoção do canal radicular

O preenchimento de canais radiculares com duas pastas a base de hidróxido de cálcio, foi comparado por Rivera e Williams (1994), com o objetivo de avaliar e comparar a efetividade de preenchimento do canal pela pasta de hidróxido de cálcio preparada com água ou com glicerina. Canais simulados, com curvatura moderada, foram preparados até à lima 60#. 50% deles foram preenchidos com pasta de hidróxido de cálcio e água e os 50% restantes, com pasta de hidróxido de cálcio e glicerina, em todos os canais as pastas foram colocadas com espiral Lentullo. A pasta com glicerina apresentou-se estatisticamente superior á pasta com água, tanto em relação ao comprimento de preenchimento quanto á densidade nos terços cervical, médio e apical.

Diferentes técnicas de colocação da pasta á base de hidróxido de cálcio no canal radicular, foram avaliadas por Fava e Otani (1998) utilizando instrumento endodôntico (lima), o compactador de McSpadden, O lentullo, o porta-amálgama, o aparelho de ultra-som ou o cone de guta percha. Os autores concluíram que canais instrumentados com limas, no mínimo 40#, são facilmente preenchidos por qualquer uma das técnicas; enquanto que em canais preparados até as limas 25# ou 30#, curvos e/ou atrésicos, o Lentullo apresentou-se como o mais eficaz no preenchimento dos mesmos.

Aguiar e Pinheiro (2001) avaliaram quatro métodos (lima tipo k 25#, Lentullo nº3, cone de guta-percha principal 25# e a seringa ML (SSWhite, Brasil) com agulha (27G longa) para levar a medicação a base de hidróxido de cálcio ao interior dos canais radiculares instrumentados até a lima tipo k de número 25#. Os resultados demonstraram não haver diferença estatisticamente significativa. Contudo, dos métodos empregados, o Lentullo foi o que promoveu maior aporte de medicação á região apical.

Quanto à remoção da pasta de hidróxido de cálcio do interior dos canais radiculares, de acordo com Silva et al. (2009), quanto mais se aproxima da área apical, a compactação do hidróxido de cálcio se torna maior e, conseqüentemente, a sua remoção é menos eficaz. Tanto a técnica com o uso de recapitulação com o instrumento memória associado à irrigação com hipoclorito de sódio e uso de EDTA,

quanto associado com o ultrassom, não foram capazes de remover por completo a medicação do interior do canal radicular.

Velocidades diferentes são necessárias para o correto preenchimento de canais radiculares com pasta de hidróxido de cálcio. A velocidade de 15.000 rpm foi mais efetiva no preenchimento do terço apical e a velocidade de 5.000 rpm foi mais efetiva no preenchimento dos terços médio e cervical (DEONÍZIO et al., 2011).

3 DISCUSSÃO

Segundo Siqueira e Lopes (1999), o principal mecanismo de ação do hidróxido de cálcio é a liberação dos íons cálcio e hidroxila, concordando com Heithersay (1995).

Lopes e Siqueira Jr. (1999) e Sjögren et al. (1991), concordam que após o preparo químico-mecânico dos canais radiculares, os microrganismos não são destruídos em sua totalidade.

De acordo com Estrela e Estrela (2002), e Hizatugo et al. (2002), o preparo químico-mecânico é o responsável pela sanificação do canal radicular, porém, isoladamente, não garante sua completa limpeza.

Após o preparo químico-mecânico faz-se necessário a utilização de uma substância no interior do canal radicular ou da câmara pulpar com o objetivo de destruir os microrganismos que sobreviveram (SOARES; GOLDEBERG, 2001; BATISTA; BERGER, 2002; SIQUEIRA JR., 2002).

De acordo com Souza (2003) e Ruiz et al. (2007), a medicação intracanal deve apresentar ação bactericida.

Segundo Estrela et al. (1995) e Caliskan e Turkun. (1997) o hidróxido de cálcio estimula o processo de mineralização/remineralização.

Estrela et al. (1995) concordam com Lopes e Siqueira Jr. (2004), onde relatam que devido ao seu elevado ph, o hidróxido de cálcio torna-se um excelente agente antibacteriano.

A elevação do ph realizado pelo hidróxido de cálcio é o principal responsável pelo efeito antimicrobiano que este medicamento apresenta (SIQUEIRA JR., 2002; LEONARDO; SILVA, 2005).

Sjögren et al. (1991) declararam que o hidróxido de cálcio tem ação sobre o lipopolissacarídeo bacteriano, sendo tal afirmação comprovada por Safavi e Nichols (1994).

De acordo com Estrela et al. (1995) e Lopes e Siqueira Jr. (1999), os íons cálcio produzidos pela dissociação iônica do hidróxido de cálcio, exercem um papel importante no processo de mineralização.

Segundo Estrela e Bammann (1999) e Han, Park e Yoon (2001), os grupos hidroxila da pasta de hidróxido de cálcio promovem um ambiente alcalino no sistema de canais radiculares, caracterizado por um elevado ph.

Lopes e Siqueira Jr. (1999) e Estrela e Figueiredo (1999), concordam que os íons hidroxila das pastas de hidróxido de cálcio, agem sobre o DNA bacteriano, inativam enzimas e acarretam perda da integridade da membrana citoplasmática.

De acordo com Lopes e Siqueira Jr. (1999) e Ruiz et al. (2007), o mecanismo de ação do hidróxido de cálcio ocorre por contato, ou seja, a medicação precisa entrar em contato com os microrganismos para que possa eliminá-los.

Haapasalo e Orstavik (1987) e Lopes e Siqueira Jr. (1999) citam que a pasta a base de hidróxido de cálcio não age sobre *Enterococcus faecalis*.

Nerwich et al. (1993) e Portenier et al. (2001) relataram que a dentina tem efeito tampão para substâncias alcalinas, neutralizando o hidróxido de cálcio.

Soares e Goldberg (2001) e Batista e Berger (2002) concordam que a pasta de hidróxido de cálcio age por contato direto com os microrganismos.

De acordo com Estrela e Bammann (1999) e Lopes e Siqueira Jr. (1999) o veículo utilizado na preparação da pasta de hidróxido de cálcio pode influenciar na capacidade de ação do mesmo, bem como na sua dissociação iônica e difusão.

Os veículos aquosos caracterizam-se pela rápida dissociação iônica, aumentando a velocidade de ação do medicamento, concordam Lopes e Siqueira Jr. (1999) e Batista e Berger (2002).

De acordo com Lopes e Siqueira Jr. (1999) e Leonardo e Silva (2005), os veículos viscosos apresentam uma dissociação iônica mais lenta do hidróxido de cálcio, porém, mais duradoura.

Os veículos oleosos são pouco solúveis em presença de água, ocorrendo a formação de uma pasta com baixa solubilidade e difusão nos tecidos, relatam Lopes, Siqueira Jr. (1999) e Leonardo e Silva (2005).

Siqueira e Uzeda (1997) e Sukawat e Srisuwan (2002) concordam que a pasta de hidróxido de cálcio associada ao paramonoclorofenolcanforado possui um raio de ação mais amplo, atuando sobre microrganismos onde apenas que a pasta de hidróxido de cálcio não atua.

Lopes e Siqueira Jr. (2004) e Gomes et al. (2002) relatam o maior raio de ação da pasta de hidróxido de cálcio quando associada ao paramonoclorofenolcanforado, devido a esse último possuir baixa tensão superficial, o que facilita sua difusibilidade pelo sistema de canais radiculares.

De acordo com Estrela et al. (1995) e Lopes e Siqueira Jr. (1999) a pasta de hidróxido de cálcio possui uma baixa difusibilidade nos tecidos, o que justifica a sua biocompatibilidade.

Segundo Fava e Otani (1998) e Aguiar e Pinheiro (2001) o uso da espiral Lentullo foi o melhor método para preenchimento do canal radicular com pasta de hidróxido de cálcio.

4 CONCLUSÃO

O hidróxido de cálcio constitui uma das medicações intracanal mais empregadas na endodontia. É indicado tanto em casos de biopulpectomias, quanto em casos de necropulpectomias com a presença ou não de lesão periapical.

Através deste levantamento bibliográfico, pode-se observar a efetividade do hidróxido de cálcio nos tratamentos endodônticos, porém, quando se observa lesão periapical, o tratamento propriamente dito, apresenta-se de forma mais complexa, ou seja, o tratamento torna-se mais demorado. Nestes casos, o medicamento deve ser usado de maneira criteriosa e as trocas do mesmo, menos espaçadas, em torno de sete dias, a fim de se evitar neutralização do Ph alcalino do fármaco, através do efeito tampão da região inflamada.

Em virtude do elevado pH que apresenta, o hidróxido de cálcio desempenha importantes funções como medicação intracanal, dentre elas estão sua ação antibacteriana, através da inibição enzimática e alteração na membrana citoplasmática e sua ação biológica, pela ativação da enzima tecidual fosfatase alcalina, estimulando a formação de tecido mineralizado e reparo periapical.

O hidróxido de cálcio apresenta algumas limitações tais como a necessidade de contato direto com microrganismos, enfraquecimento dentinário, não age sobre *Enterococcus faecalis* e sofre ação tampão da dentina inativando sua ação.

As propriedades antimicrobianas e biológicas são resultado da dissociação em íons cálcio e hidroxila e da ação que esses íons exercem sobre os tecidos e bactérias.

É evidente que o hidróxido de cálcio utilizado como medicação intracanal ocupa um lugar de destaque na endodontia, devido ao seu poder antibacteriano, indução à formação de tecido mineralizado e à sua biocompatibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, C. M.; PINHEIRO, J. T. Avaliação de quatro métodos de colocação de curativo de demora à base de hidróxido de cálcio. **Pesq. Odont. Bras.**, v.15, supl., p.135, 2001.
- ALBUQUERQUE, D. S.; DINIZ, A. S.; MATHEUS, T. C. U. Considerações clínicas sobre a microbiota endodôntica. **Revista do Conselho Regional de Odontologia de Pernambuco**, Recife, v. 2, n. 2, p. 102-107, out. 1999.
- BATISTA, A.; BERGER, C. R. Tratamento da polpa morta. In: BERGER, C. R. **Endodontia clínica**. São Paulo: Pancast, 2002. p. 219-232.
- BYSTRÖM, A.; CLAEISSON, B.; SUNDQVIST, G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated paramonochlorophenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. **Endod Dent Traumatol.**, v. 1, p.170-175, 1985.
- CALISKAN, M. K.; TURKUN, M. Periapical repair and apical closure of a pulpless tooth using calcium hydroxide. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 84, n. 6, p. 683-687, dec. 1997.
- CHAVASCO J. K.; PARREIRA, M. L. J.; PEREIRA, M. J. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 9, n. 2, p. 328-336, ago./dez. 2011.
- DEONÍZIO M. D. et al. Root canal filling with calcium hydroxide paste using Lentullo spiral at different speeds. **Dental Press Endod.**, v. 1, n. 1, p. 58-63, apr./june. 2011.
- DUARTE, M. A. H. et al. **Dental Press Endod.**, v. 1, n. 1, p. 46-51, abr./jun. 2011.
- ESTRELA, C. et al. Influence of iodoforme on antimicrobial potential of calcium hydroxide. **Journal of Applied Oral Science, Bauru**, v. 14, n. 1, p. 33-37, jan./fev. 2006.
- ESTRELA, C.; ESTRELA, C. R. A.; PÉCORA, J. D. A study of the time necessary for calcium hydroxide to eliminate microorganisms in infected canals. **Journal of Applied Oral Science, Bauru**, v. 11, n. 2, p. 133-137, jan./fev. 2006.
- ESTRELA, C.; ESTRELA, C. R. A. O hidróxido de cálcio é a única medicação intracanal para combater a infecção endodôntica? In:_. CARDOSO, R. J. A., GONÇALVES, E. A. N. **Endodontia/Trauma**. São Paulo: Artes Médicas, 2002. p 239-266.
- ESTRELA, C.; BAMMANN, L. L. Efeito enzimático do hidróxido de cálcio. **Rev. ABO Nacional**, v. 7, n.1, p. 32-42, fev./mar. 1999.
- ESTRELA, C.; FIGUEIREDO, J. A. P. **Endodontia: princípios biológicos e mecânicos**. 1. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1999.

ESTRELA, C. et al. Efeito antibacteriano das pastas de hidróxido de cálcio sobre bactérias aeróbias facultativas. **Rev. da Fac. Odontol.**, Bauru, v.3, n. 1/4, p. 109-114, jan./dez. 1995.

FARAC, R. V. et al. Ex-vivo Effect of Intracanal Medications Based on Ozone and Calcium Hydroxide in Root Canals Contaminated with *Enterococcus faecalis*. **Braz Dent J.**, v. 24, n, 2, p.103-6, 2013.

FAVA, L. R. G.; OTANI, A. Y. Available techniques for calcium hydroxide placement within the root canal. **Braz. Endod. J.**, v. 3, n. 1, p. 34 – 42, 1998.

GOODIS, C. Why do I need a root canal? **N. M. Dent. J.**, v. 49, n. 3, p. 12- 13, july. 1998.

GOMES, et al. B. P. F. A. *In vitro* antimicrobial activity of calcium hydroxide pastes and their vehicles against selected microorganisms. **Brazilian Dental Journal**, v. 13, n. 3, p. 155-161, 2002.

GROVER, C.; SHETTY, N. Evaluation of calcium ion release and change in pH on combining calcium hydroxide with different vehicles. **Contemp Clin Dent.**, v. 5, n. 4, p. 434-439, 2014.

HAAPASALO, M. ØRSTAVIK, D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. **J Dent Res**, v. 66, n. 8, p. 1375-1379, aug, 1987.

HAN, G. Y.; PARK, S. H.; YOON, T. C. Antimicrobial activity of Ca(OH)₂ containing pastes with *Enterococcus faecalis* in vitro. **J Endod**, v. 27, n. 5, p. 328-332, may, 2001.

HEITHERSAY, G. S. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. Apud: ESTRELA, C.; SYDNEY, G. B.; BAMMANN, L. L.; FELIPPE JÚNIOR, O. Mechanism of calcium hydroxide and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. **Braz Dent J**, v. 6, p. 85-90, 1995.

HIZATUGO, R. et al. **Endodontia em sessão única** – mito ou realidade? São Paulo: Atheneu, 2002.

LEONARDO, M. R.; SILVA, L. A. B. “Curativo de Demora” medicação tópica entre sessões. In: LEONARDO, M. R. **Endodontia: tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos**. São Paulo: Artes Médicas, 2005. p. 977-1048.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JR., J. F. Medicação intracanal. In: SIQUEIRA JR., J.F. LOPES, H. P. **Endodontia: biologia e técnica**. Rio de Janeiro: MEDSI; 1999. p. 185-216.

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JR., J. F. **Endodontia Biologia e Técnica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

- NERY, M. J. et al. Estudo longitudinal do sucesso clínico-radiográfico de dentes tratados com medicação intracanal de hidróxido de cálcio. **Rev Odontol UNESP.**, v. 41, n. 6, p. 396-401, nov./dez. 2012.
- NERWICH, A.; FIDGOR, D.; MESSER, H. H. pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. **J Endod.**, v. 19, p. 302-306.1993.
- OLIVEIRA, E. P. M et al. Avaliação da ação antimicrobiana de quatro formulações a base de hidróxido de cálcio utilizadas como medicação intracanal. **RFO**, v. 15, n. 1, p. 35-39, jan./abr. 2010.
- PAPWORTH, B.; LEADS, L. Comparing the outcome of necrotic cases using two different treatment methods. **N. M. Dent. J.**, v. 49, n. 3, p. 14-15, july. 1998.
- PEREIRA, F. E. L. Etiopatogênese geral das doenças. In: BRASILEIRO, F.G. et al. **Bogliolo Patologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1994. p. 43.
- PORTENIER, I. et al. Inactivation of root canal medicaments by dentine hydroxylapatite and bovine serum albumin. **Int. Endod. J.**, v. 34, n. 3, p. 184-188, abr. 2001.
- QUIDUTE, I. L.; AGUIAR, C. M. Hidróxido de cálcio como medicação intracanal. **Endodontia online**. Disponível em <http://www.endodontia.gov>. Acesso em 25 set. 2015.
- RIVERA, E. M.; WILLIAMS, K. Placement of calcium hydroxide in simulated canals: Comparison of glycerin versus water. **J. Endod.**, v. 20, n. 9, p. 445- 448, Sept. 1994.
- RUIZ, P. A. et al. Medicação intracanal. *Online*. Disponível em: <<http://www.endodontia.org>>. Acesso em: 25 set. 2015.
- SAFAVI, K. E, NICHOLS, F. C. Alteration of biological properties of bacterial lipopolysaccharide by calcium hydroxide treatment. **J Endod.**, n. 20, p.127-129, 1994.
- SIQUEIRA JR., J. F.; UZEDA, M. Intracanal medicaments: evaluation of the antibacterial effects of chlorhexidine, metronidazole, and calcium hydroxide associated with three vehicles. **J Endodon.**, v. 23, n. 3, p. 167-169, 1997.
- SIQUEIRA JR., J. F. Medicação intracanal: porque e quando usar? CARDOSO, R. J. A., GONÇALVES, E. A. N. **Endodontia/Trauma**. São Paulo: Artes Médicas, 2002. p 219-238.
- SIQUEIRA JÚNIOR, J. F.; LOPES, H. P. Hidróxido de cálcio em endodontia: Suposições x Comprovação científica. **RBO**, v. 54, n. 4, p. 186-193, jul./ago. 1997.
- SILVA, J. M. et al. **Revista de Odontologia da Unesp.**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 37-43, 2009.

SJÖGREN, U. et al. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. **Int Endod J**, v. 24, p.119-125, 1991.

SOARES, I. J.; GOLDBERG, F. Procedimentos químicos auxiliares do preparo mecânico. In:___**Endodontia: técnica e fundamentos**. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 55-170.

SOUZA, R. A. Medicação intracanal. In:___ **Endodontia clínica**. São Paulo: Santos, 2003.

SUKAWAT, C.; SRISUWAN, T. A comparison of the antimicrobial efficacy of three calcium hydroxide formulations on human dentin infected with *Enterococcus faecalis*. **J Endod**, v. 28, p. 102-104, 2002.