

# Efeitos da dentina sobre o pH e atividade antimicrobiana de diversas formulações com hidróxido de cálcio

*Effects of dentin on the pH and antimicrobial activity of several calcium hydroxide formulations*

Marina Oliveira Gonçalves GALOZA<sup>a</sup>, Milton Carlos KUGA<sup>a\*</sup>,  
Daniele Fockink da SILVA<sup>a</sup>, Paulo Henrique WECKWERTH<sup>b</sup>, Kátia Cristina KEINE<sup>a</sup>,  
Jefferson Ricardo PEREIRA<sup>b</sup>, Marcelo Ferrarezi de ANDRADE<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Faculdade de Odontologia, UNESP - Univ Estadual Paulista, Araraquara, SP, Brasil

<sup>b</sup>USC - Universidade Sagrado Coração, Bauru, SP, Brasil

## Resumo

**Objetivo:** Avaliar o efeito da dentina sobre o pH e a atividade antimicrobiana de formulações com hidróxido de cálcio. **Material e método:** O pH e a atividade antimicrobiana das formulações (G1- polietilenoglicol, G2- glicerina e paramonoclorofenol canforado ou G3- clorexidina) foram analisados nas formulações puras (G1A, G2A e G3A) ou acrescidas de dentina em pó (G1B, G2B e G3B). Tubos de polietileno foram preenchidos com uma das formulações e imersos em água destilada. O pH foi analisado após 24 horas, 7, 14 e 21 dias. A atividade antimicrobiana foi avaliada sobre *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), através do teste de difusão em ágar. Os resultados foram submetidos aos testes de ANOVA e Tukey ( $p=0,05$ ). **Resultado:** A dentina não exerceu efeito sobre o pH das formulações, exceto ocasionando a redução em G1, no período de 24 horas ( $p<0,05$ ). Nas demais formulações, não houve interferência da dentina sobre o pH ( $p>0,05$ ). Quando comparados entre os grupos, em 24 horas e 7 dias, G1A e G1B apresentaram menor pH ( $p<0,05$ ). Em 14 dias, G2A, G2B, G3A e G3B demonstraram similar pH ( $p>0,05$ ), assim como entre G3B e G1A ( $p>0,05$ ). Em 21 dias, todas as formulações demonstram semelhante pH ( $p>0,05$ ). Os resultados em ordem decrescente da atividade antimicrobiana foram G2A=G2B>G3A=G3B>G1A=G1B ( $p<0,05$ ). **Conclusão:** A dentina não interferiu no pH e na atividade antimicrobiana das diferentes formulações com hidróxido de cálcio, exceto na associação com o polietilenoglicol, em que ocasionou a redução do pH apenas no período de 24 horas. A formulação com paramonoclorofenol canforado apresentou maior atividade antimicrobiana, seguida da clorexidina e do polietilenoglicol.

**Descritores:** Cálcio; endodontia; *Enterococcus faecalis*; pH.

## Abstract

**Objective:** To evaluate the dentin effect on pH and antimicrobial activity of the calcium hydroxide chemical formulations. **Material and method:** pH and antimicrobial activity of calcium hydroxide formulations were evaluated (G1-polyethyleneglycol, G2-glycerin and camphorated paramonochlorophenol and G3-chlorhexidine). The formulations were evaluated alone (G1A, G2A e G3A) or with dentin powder (G1B, G2B and G3B). Polyethylene tubes were filled with the formulation and immersed in distilled water. After 24 hours, 7, 14 and 21 days, pH was evaluated. The antimicrobial activity was evaluated against *Enterococcus faecalis* by agar diffusion test. All data were submitted to ANOVA and Tukey tests ( $p=0.05$ ). **Result:** None effect was observed on pH and antimicrobial activity by dentin on different chemical formulations, except the reduction occurred in G1 at 24 hours ( $p <0.05$ ). When compared between the groups at 24 hours and 7 days, G1A and G1B had a lower pH ( $p <0.05$ ). At 14 days, G2A, G2B, G3A and G3B showed similar pH ( $p <0.05$ ) and between G3B and G1A ( $p > 0.05$ ). At 21 days, all formulations were similar ( $p > 0.05$ ). Regarding antimicrobial activity G2B G2A => = G3A G3B => = G1A G1B ( $p <0.05$ ). **Conclusion:** The dentin did not affect the pH and antimicrobial activity of different formulations containing calcium hydroxide, except in association with polyethylene glycol, which caused the reduction of pH, within 24 hours. The formulation with paramonochlorophenol camphor showed higher antimicrobial activity, followed by chlorhexidine and polyethylene glycol.

**Descriptors:** Calcium; endodontic; *Enterococcus faecalis*; pH.

## INTRODUÇÃO

O hidróxido de cálcio possui diversas indicações para uso na Odontologia, sendo rotineiramente recomendado como medicação intracanal<sup>1,2</sup>. Apesar de apresentar satisfatória atividade antimicrobiana e neutralizante de subprodutos da microbiota presente na infecção endodôntica primária, tais como a endotoxina, sua ação sobre o *Enterococcus faecalis* é restrita<sup>2-5</sup>.

Atualmente, tem sido proposta a combinação com veículos de diferentes características físico-químicas, a fim de facilitar o manuseio clínico e obter sinergismo de ação antimicrobiana. Por outro lado, essas associações também podem ocasionar efeitos adversos sobre as propriedades biológicas e microbiológicas da própria medicação<sup>4,5</sup>.

O digluconato de clorexidina a 2% possui boa atividade antimicrobiana sobre o *Enterococcus faecalis*<sup>1</sup>, porém é questionável sua efetividade sobre a microbiota anaeróbia estrita<sup>3</sup>. Assim, é recomendável a associação com o hidróxido de cálcio, a fim de também proporcionar sinergismo de ação para ambas as substâncias<sup>3,6,7</sup>. Entretanto, devido à restrita miscibilidade entre essas substâncias, a medicação resultante é de difícil manuseio e restrita aplicabilidade clínica, além de apresentar baixa tolerabilidade tecidual<sup>8,9</sup>.

A associação do paramonoclorofenol canforado e da glicerina com o hidróxido de cálcio é uma alternativa de medicação intracanal<sup>10</sup>. Demonstra ser eficaz em reduzir a quantidade de microrganismos persistentes após o preparo químico-mecânico dos canais radiculares, bem como possui a propriedade de manter um ambiente com alta alcalinidade por até 28 dias, situação que favorece a descontaminação endodôntica<sup>10,11</sup>.

O ambiente alcalino, ou seja, com elevado valor de pH local, é um dos fatores fundamentais para a obtenção de um ambiente impróprio à proliferação da microbiota endodôntica<sup>12</sup>. Tal situação pode ser obtida com o uso da medicação intracanal contendo hidróxido de cálcio independentemente das formulações químicas utilizadas<sup>1,4,10,11</sup>. Por outro lado, diversos fatores podem interferir negativamente sobre este potencial de alcalinização, comprometendo a antisepsia dos canais radiculares, uma vez que grande parte dos microrganismos está localizada no interior dos túbulos dentinários<sup>13,14</sup>.

Peculiarmente, a dentina possui efeito de neutralização de ácidos e bases devido à presença da apatita inorgânica e de outros componentes orgânicos em sua composição<sup>13</sup>. Em virtude desta propriedade, tem sido demonstrado que reduz a atividade antimicrobiana do hidróxido de cálcio sobre a microbiota presente na infecção secundária<sup>14,15</sup>. Em contrapartida, sobre as formulações que contêm clorexidina, tende a elevar o pH das mesmas<sup>16</sup>.

Com o intuito de avaliar os efeitos da dentina radicular sobre os medicamentos de uso endodôntico, várias metodologias têm sido recomendadas, tais como as que utilizam um bloco de dentina, porém este método é impreciso nas análises quantitativas da atividade antimicrobiana<sup>14,17</sup>. Recentemente, uma metodologia utilizando dentina em pó de dentes extraídos, de reduzida granulação, foi proposta para a avaliação físico-química e microbiológica dos medicamentos utilizados no tratamento dos canais radiculares, sendo de fácil realização e controle<sup>15,16</sup>. Dessa forma, como diversas formulações químicas contendo hidróxido de cálcio

têm sido preconizadas, torna-se importante avaliar os possíveis efeitos da dentina sobre o potencial de alcalinização e a atividade antimicrobiana destes medicamentos.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da dentina na atividade antimicrobiana sobre *Enterococcus faecalis* e no pH, nos períodos de 24 horas, 7, 14 e 21 dias, das formulações contendo hidróxido de cálcio associado com polietilenoglicol (Calen), paramonoclorofenol canforado e glicerina (HPG) ou digluconato de clorexidina a 2%, intra e entre os grupos experimentais. A hipótese nula do estudo é que a dentina não exerce efeito sobre a atividade antimicrobiana e o pH das diversas formulações contendo hidróxido de cálcio, quando avaliadas entre as mesmas e diferentes formulações químicas.

## MATERIAL E MÉTODO

### Descrição das Formulações

As composições químicas das formulações com hidróxido de cálcio e a respectiva procedência das substâncias utilizadas no presente estudo foram: G1 (subgrupos A e B) – Hidróxido de cálcio (49,77%), óxido de zinco, colofônia e polietilenoglicol 400 (Calen; SS White Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil); G2 (subgrupos A e B) – 1,0 g de hidróxido de cálcio (Biodinâmica, Ibioporã, PR, Brasil), 0,5 mL de paramonoclorofenol canforado (Biodinâmica, Ibioporã, PR, Brasil) e 0,5 mL de glicerina (SS White Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil), e G3 (subgrupos A e B) – 1,0 g de hidróxido de cálcio (Biodinâmica, Ibioporã, PR, Brasil) e 1,0 mL de digluconato de clorexidina a 2% (Farmácia Specifica, Bauru, SP, Brasil). Quando as formulações químicas foram utilizadas isoladamente, receberam a identificação com a letra A acrescida ao respectivo subgrupo, ao passo que as formulações químicas acrescidas de dentina, na proporção de 1,8% (peso/volume), receberam a identificação com a letra B acrescida ao respectivo subgrupo.

Para a obtenção da dentina em pó, incisivos bovinos foram cortados perpendicularmente ao seu eixo radicular, abaixo da junção cimento-esmalte, e após os canais radiculares terem sido copiosamente irrigados com solução salina e o seu conteúdo ser eliminado com lima H80 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), a dentina em pó foi obtida com broca esférica de aço #4 (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) da parede dentinária, em baixa rotação e sem refrigeração, sendo desprezada a primeira porção obtida<sup>16</sup>. A obtenção foi realizada sete dias antes da realização dos experimentos, sendo que a dentina, após ser esterilizada em autoclave, foi acondicionada em frasco de polipropileno devidamente fechado até o momento de uso.

### Avaliação do pH

As formulações utilizadas em G2 (A e B) e G3 (A e B) foram manipuladas agregando o pó do hidróxido de cálcio ao líquido, até a obtenção de uma forma pastosa e homogênea. A formulação utilizada em G1 foi uma formulação já comercialmente preparada.

Para a avaliação do pH, nos diferentes períodos experimentais, foi utilizado o total de 60 tubos de polietileno (n = 10, para cada

um dos seis subgrupos avaliados), com 10 mm de comprimento e 1,5 mm de diâmetro interno. Trinta tubos, sendo dez para cada um dos subgrupos A, foram preenchidos com uma das formulações anteriormente descritas sem a dentina em pó. Nos demais trinta tubos, também dez para cada um dos subgrupos B, foram preenchidos com uma das formulações contendo dentina sob a forma de pó, na proporção de 1,8% (peso/volume), em relação à formulação original contendo hidróxido de cálcio<sup>15</sup>.

Todos os tubos de polietileno foram preenchidos com auxílio de uma espiral de Lentulo (Dentsply Maillefer, Baillagues, Switzerland), acionada em baixa rotação; os tubos foram imediatamente pesados a fim de padronizar a quantidade da medicação inserida em cada um destes, uma vez que apenas a inserção do material poderia deixar espaços vazios no interior da medicação.

Imediatamente após o preenchimento, cada uma das amostras foi colocada individualmente em frascos de polipropileno (Injeplast, São Paulo, SP, Brasil) contendo 10 mL de água destilada (pH 6,9), mantidos na estufa à temperatura constante de 37 °C (Farmen, São Paulo, SP, Brasil). As mensurações do pH foram realizadas em 24 horas, 7, 14 e 21 dias utilizando pHmetro Digimed DM22 (Digimed, São Paulo, SP, Brasil), devidamente calibrado, na temperatura ambiente de 25 °C, diretamente na água destilada em que as amostras permaneceram imersas. Após cada período de análise, os tubos de polietileno foram colocados em outros frascos, contendo uma nova e idêntica quantidade de água destilada.

#### Avaliação da Atividade Antimicrobiana

Para avaliar a atividade antimicrobiana das formulações químicas, puras ou acrescidas de dentina em pó, o teste de difusão radial em ágar foi utilizado sobre placas de ágar Mueller-Hinton. *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212) foram reativados de uma suspensão congelada liofilizada. Os microrganismos foram reativados em conformidade com a sequência descrita por Kuga et al.<sup>18</sup>.

Oito placas de Petri (100 × 10 mm) com ágar Mueller-Hinton (Merck, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) foram inoculadas com a suspensão microbiana, utilizando *swabs* estéril. Oito perfurações (3 mm de profundidade × 5 mm de diâmetro) foram realizadas em cada placa, em postos equidistantes, utilizando um instrumento de cobre devidamente confeccionado para este fim, e preenchidas com 0,2 mL de uma das formulações preparadas. Duas perfurações foram utilizadas como controle, sendo o positivo preenchido com 0,2 mL de digluconato de clorexidina gel a 2% e o negativo mantido vazio.

Após cada uma das perfurações estar devidamente preenchida, as placas foram mantidas por duas horas em temperatura ambiente, para a pré-difusão das formulações, sendo então incubadas à temperatura de 37 °C, durante 24 h. O diâmetro das zonas de inibição de crescimento bacteriano formadas ao redor de cada uma das perfurações foi mensurado com um paquímetro digital, com a resolução de 0,01 mm (Mitutoyo MTI Corporation, Tokyo, Japan), sob luz refletida. Os dados obtidos da avaliação do pH e da atividade antimicrobiana foram analisados estatisticamente através do teste de ANOVA e Tukey, com nível de significância de 5%.

## RESULTADO

Os valores obtidos na análise do pH para as diferentes formulações químicas contendo hidróxido de cálcio, puro ou associado com a dentina em pó, nos diferentes períodos experimentais, estão descritos na Tabela 1.

Quando avaliada dentro da mesma formulação química da medicação contendo hidróxido de cálcio, a dentina apenas reduziu o valor do pH de G1 e somente no período de 24 horas ( $p < 0,05$ ). Nas demais situações, independentemente da formulação química e do período analisado, não houve interferência da dentina sobre o pH proporcionado pelos grupos avaliados ( $p > 0,05$ ).

Em 24 horas e 7 dias, as formulações com o propilenoglicol (G1A e G1B) demonstraram menor pH que os demais grupos ( $p < 0,05$ ). Entre os demais grupos (G2A, G2B, G3A e G3B), não houve diferenças no valor do pH ( $p > 0,05$ ). Em 14 dias, G2A, G2B, G3A e G3B demonstraram similar pH ( $p > 0,05$ ), assim como os valores de pH demonstrados entre G1A e G2B ( $p > 0,05$ ). Portanto, exceto em relação ao G3B, as formulações contendo polietilenoglicol ainda mantiveram menor pH que os demais grupos ( $p < 0,05$ ). Em 21 dias, as formulações químicas apresentaram similar pH, independentemente da composição química ou da presença da dentina ( $p > 0,05$ ).

As formulações com hidróxido de cálcio contendo paramonoclorofenol canforado e glicerina (G2A e G2B) demonstraram maior atividade antimicrobiana que a formulação contendo o polietilenoglicol ( $p < 0,05$ ). Por sua vez, as formulações contendo digluconato de clorexidina a 2% demonstraram maior atividade antimicrobiana que as contendo polietilenoglicol (G1A e G1B) ( $p < 0,05$ ).

A dentina não interferiu na atividade antimicrobiana de cada uma das formulações químicas sobre cultura de *E. faecalis*, no período de 24 horas de avaliação ( $p > 0,05$ ). No controle positivo, a zona de atividade antimicrobiana proporcionada pelo digluconato de clorexidina foi de 23,5 mm e, no negativo, não houve zona de inibição de crescimento microbiano. A Tabela 2 demonstra a média e o desvio padrão da atividade antimicrobiana sobre *E. faecalis*, obtidos para as diferentes formulações contendo hidróxido de cálcio, puro ou acrescido de dentina.

**Tabela 1.** Comparação dos valores de pH (média e desvio padrão) obtidos para as diferentes formulações químicas, nos diferentes períodos experimentais

	G1		G2		G3	
	A	B	A	B	A	B
24h	9,3 (0,2)b	8,9 (0,1)c	11,1 (0,1)a	11,2 (0,1)a	10,9 (0,1)a	11,1 (0,1)a
7d	9,1 (0,7)b	9,0 (0,4)b	11,0 (0,1)a	11,0 (0,2)a	11,1 (0,2)a	11,1 (0,1)a
14d	9,3 (0,7)bc	8,8 (0,5)c	10,9 (0,2)a	10,1 (1,0)ab	10,9 (0,4)a	10,4 (1,1)a
21d	9,5 (0,6)a	9,8 (0,5)a	9,9 (0,9)a	9,3 (1,0)a	10,3 (0,9)a	9,2 (0,1)a

Diferentes letras em cada período experimental indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ). G1 -  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + propilenoglicol puro, G2 -  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + paramonoclorofenol canforado + glicerina, G3 -  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + digluconato de clorexidina a 2%. A e B, puro ou acrescido a 1,8% (peso/volume) de dentina em pó.

**Tabela 2.** Média e desvio padrão (em milímetros), das zonas de atividade antimicrobiana (*E. faecalis*), obtidos em oito amostras, para as diferentes formulações com hidróxido de cálcio, puro ou acrescido de dentina em pó

G1		G2		G3	
A	B	A	B	A	B
8,8 (0,7)c	8,6 (0,5) c	23,4 (2,9)a	23,3 (2,0)a	12,7 (0,1)b	12,1 (0,1)b

Diferentes letras indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ). G1 –  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + propilenoglicol puro, G2 –  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + paramonoclorofenol canforado + glicerina, G3 –  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  + digluconato de clorexidina a 2%. A e B, puro ou acrescido a 1,8% (peso/volume) de dentina em pó.

## DISCUSSÃO

A dentina não interferiu no pH e na atividade antimicrobiana das formulações químicas contendo hidróxido de cálcio, exceto na formulação com polietilenoglicol e apenas no período de 24 horas, em que ocasionou a redução do pH da medicação. Nos períodos de 24 horas, 7 e 14 dias, as formulações com o polietilenoglicol demonstraram menor pH que as demais formulações, com exceção ao G1A, que foi similar a G2B, no período de 14 dias. Entretanto, em 28 dias, os valores do pH proporcionados pelas diferentes formulações foram similares entre si. A atividade antimicrobiana sobre *E. faecalis* das formulações contendo hidróxido de cálcio foi, em ordem decrescente, as que contêm paramonoclorofenol canforado, digluconato de clorexidina e polietilenoglicol. Portanto, a hipótese nula deve ser parcialmente rejeitada.

O efeito tampão da dentina tem sido atribuído pela presença de componentes inorgânicos e também por componentes orgânicos presentes em sua composição<sup>13</sup>. Entretanto, no presente estudo, a sua presença praticamente não exerceu efeito sobre o pH das formulações químicas, podendo tal fato estar relacionado à metodologia utilizada para a obtenção da dentina em pó, uma vez que a forma de condicionamento e armazenamento, principalmente do componente orgânico, pode sofrer alterações e interferir sobre o seu potencial tampão<sup>19</sup>.

Os canais radiculares foram inicialmente irrigados com soro fisiológico e o seu conteúdo foi removido com instrumentos endodônticos; somente após estes procedimentos, é que a dentina foi obtida e esterilizada, a 121 °C, por 15 minutos. Em contrapartida, Freire et al.<sup>16</sup>, inicialmente, submeteram os dentes bovinos extraídos à esterilização com autoclave e, imediatamente após esse procedimento, obtiveram a dentina em pó, sem preparo prévio do canal radicular; assim, é possível que o material incorporado às formulações contivesse outros produtos que não somente a dentina radicular, podendo ter interferido sobre os resultados do pH, principalmente das formulações contendo digluconato de clorexidina a 2%.

O método de obtenção da dentina em pó é outro fator que pode ter contribuído para os resultados. A dentina em pó obtida a partir da trituração da raiz de dentes humanos pode ocasionar uma mistura de outros elementos, tais como o cimento e/ou o conteúdo do próprio canal radicular, interferindo no pH das

medicações avaliadas<sup>14,15</sup>. A escolha pelo método de obtenção empregando uma broca esférica na dentina intrarradicular evitou a influência desses fatores adversos.

A temperatura para a esterilização da dentina em pó também pode ter interferido sobre o efeito tampão, pois o calor altera as propriedades físico-químicas através da modificação de seus componentes orgânicos<sup>19</sup>. Haapasalo et al.<sup>15</sup> inicialmente imergiram os dentes humanos extraídos em solução de hipoclorito de sódio a 0,5%; posteriormente, em água destilada, e sequencialmente os submeteram à esterilização em autoclave, para somente após essas etapas obterem a dentina em pó. Entretanto, é questionável se nesse procedimento realmente houve a esterilização da dentina que circunda o canal radicular, motivo pelo qual, no presente estudo, a obtenção do pó de dentina foi realizada conforme descrito por Freire et al.<sup>16</sup>.

O tipo e a natureza química do veículo utilizado nas formulações com hidróxido cálcio interferem nas propriedades físico-químicas e biológicas das medicações de uso intracanal e, por conseguinte, também sobre a difusão da medicação na dentina radicular<sup>20,21</sup>. Formulações que contenham a associação de paramonoclorofenol canforado e glicerina ou com digluconato de clorexidina a 2% são as que demonstram maior pH<sup>11,21</sup>. Tais afirmações concordam com os resultados obtidos no presente estudo até o período de 7 dias de análise, sendo que, aos 21 dias, todas as formulações apresentaram similar pH.

No presente estudo, a dentina não demonstrou exercer efeito sobre a atividade antimicrobiana das formulações químicas contendo hidróxido de cálcio. Houve diferenças entre as diferentes formulações químicas. A composição dessas formulações tem efeito direto sobre esse resultado. O polietilenoglicol, presente em G1A e G1B, é um veículo biologicamente inerte e praticamente desprovido de atividade antimicrobiana<sup>22</sup>. Porém, em G2A e G2B, e G3A e G3B, as formulações contêm veículos com reconhecida atividade antimicrobiana sobre *E. faecalis*, tais como o paramonoclorofenol canforado e o digluconato de clorexidina. Portanto, a maior atividade antimicrobiana inicial demonstrada por esses grupos pode ser atribuída à presença destes componentes em suas formulações<sup>23,24</sup>.

Os métodos de avaliação da atividade antimicrobiana podem ter interferido para a obtenção dos resultados finais, uma vez que, neste estudo, foi utilizado o método de difusão em ágar para avaliar as formulações químicas e o efeito da dentina sobre essa propriedade. Em contrapartida, Haapasalo et al.<sup>15</sup> utilizaram o método de análise de inibição de crescimento bacteriano, através da diluição da medicação a ser avaliada, isolada ou incorporada com 28 mg da dentina em pó diluída em 50 µL de água destilada, em meio de cultura contendo *E. faecalis*, e posterior cultura e contagem de colônias microbianas formadas.

Dessa forma, o presente estudo enfoca a importância da utilização de formulações químicas que contenham hidróxido de cálcio associado a veículos que possuam atividade antimicrobiana, uma vez que a dentina não demonstra exercer efeitos sobre o seu pH e a propriedade antimicrobiana sobre *E. faecalis*<sup>25,26</sup>.

## CONCLUSÃO

Ao final do período de análise proposto no experimento, foi observado que a dentina não exerceu efeito sobre o pH e a atividade antimicrobiana das diferentes formulações químicas com hidróxido

de cálcio com polietilenoglicol ou paramonoclorofenol canforado e glicerina ou digluconato de clorexidina. Entretanto, as formulações contendo paramonoclorofenol canforado ou digluconato de clorexidina demonstraram maior atividade antimicrobiana que a formulação contendo o polietilenoglicol.

## REFERÊNCIAS

1. Kawashima N, Wadachi R, Suda H, Yeng T, Parashos P. Root canal medicaments. *Int Dent J*. 2009 February;59(1):5-11. PMID:19323305.
2. Sathorn C, Parashos P, Messer H. Antibacterial efficacy of calcium hydroxide intracanal dressing: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J*. 2007 January;40(1):2-10. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01197.x>. PMID:17209826.
3. Mohammadi Z, Dummer PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J*. 2011 August;44(8):697-730. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01886.x>. PMID:21535021.
4. Pacios MG, Silva C, López ME, Cecilia M. Antibacterial action of calcium hydroxide vehicles and calcium hydroxide pastes. *J Investig Clin Dent*. 2012 November;3(4):264-70. <http://dx.doi.org/10.1111/j.2041-1626.2012.00147.x>. PMID:23129141.
5. Murad C, Fariniuk LF, Fidel S, Fidel RAS, Sassone LM. Bacterial leakage in root canals filled with calcium hydroxide paste associated with different vehicles. *Braz Dent J*. 2008; 19(3):232-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-64402008000300011>. PMID:18949297.
6. Atila-Pektaş B, Yurdakul P, Gülmez D, Görduysus O. Antimicrobial effects of root canal medicaments against *Enterococcus faecalis* and *Streptococcus mutans*. *Int Endod J*. 2013 May;46(5):413-8. <http://dx.doi.org/10.1111/iej.12004>. PMID:23095092.
7. Sinha N, Patil S, Dodwad PK, Patil AC, Singh B. Evaluation of antimicrobial efficacy of calcium hydroxide paste, chlorhexidine gel, and a combination of both as intracanal medicament: An in vivo comparative study. *J Conserv Dent*. 2013 January;16(1):65-70. <http://dx.doi.org/10.4103/0972-0707.105302>. PMID:23349580.
8. De Faria-Júnior NB, Keine KC, Só MV, Weckwerth PH, Guerreiro-Tanomaru JM, Kuga MC. Residues of calcium hydroxide-based intracanal medication associated with different vehicles: a scanning electron microscopy evaluation. *Microsc Res Tech*. 2012 July;75(7):898-902. <http://dx.doi.org/10.1002/jemt.22010>. PMID:22279037.
9. Pereira MS, Faria G, Bezerra da Silva LA, Tanomaru-Filho M, Kuga MC, Rossi MA. Response of mice connective tissue to intracanal dressings containing chlorhexidine. *Microsc Res Tech*. 2012 December;75(12):1653-8. <http://dx.doi.org/10.1002/jemt.22112>. PMID:22887775.
10. Rôças IN, Siqueira JF Jr. In vivo antimicrobial effects of endodontic treatment procedures as assessed by molecular microbiologic techniques. *J Endod*. 2011 March;37(3):304-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.003>. PMID:21329812.
11. Vianna ME, Zilio DM, Ferraz CC, Zaia AA, Souza-Filho FJ, Gomes BP. Concentration of hydrogen ions in several calcium hydroxide pastes over different periods of time. *Braz Dent J*. 2009; 20(5):382-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-64402009000500005>. PMID:20126906.
12. Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe Júnior O. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Braz Dent J*. 1995; 6(2):85-90. PMID:8688662.
13. Wang JD, Hume WR. Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. *Int Endod J*. 1988 January;21(1):17-26. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2591.1988.tb00949.x>. PMID:3273292.
14. Haapasalo M, Qian W, Portenier I, Waltimo T. Effects of dentin on the antimicrobial properties of endodontic medicaments. *J Endod*. 2007 August;33(8):917-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2007.04.008>. PMID:17878075.
15. Haapasalo HK, Sirén EK, Waltimo TM, Ørstavik D, Haapasalo MP. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *Int Endod J*. 2000 March;33(2):126-31. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2591.2000.00291.x>. PMID:11307453.
16. Freire LG, Carvalho CN, Ferrari PH, Siqueira EL, Gavini G. Influence of dentin on pH of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide alone or in combination. *Dent Traumatol*. 2010 June;26(3):276-80. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2010.00874.x>. PMID:20456473.
17. Haapasalo M, Ørstavik D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res*. 1987 August;66(8):1375-9. <http://dx.doi.org/10.1177/00220345870660081801>. PMID:3114347.
18. Kuga MC, Faria G, Weckwerth PH, Duarte MAH, Campos EA, Só MVR, et al. Evaluation of the pH, calcium release and antibacterial activity of MTA Fillapex. *Rev Odontol UNESP*. 2013 September-October;42(5):330-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-25772013000500003>.
19. Camps J, Pashley DH. Buffering action of human dentin in vitro. *J Adhes Dent*. 2000; 2(1):39-50. PMID:11317407.
20. Mori GG, Ferreira FC, Batista FR, Godoy AM, Nunes DC. Evaluation of the diffusion capacity of calcium hydroxide pastes through the dentinal tubules. *Braz Oral Res*. 2009 April-June;23(2):113-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-83242009000200004>. PMID:19684943.
21. Poorni S, Miglani R, Srinivasan MR, Indira R. Comparative evaluation of the surface tension and the pH of calcium hydroxide mixed with five different vehicles: an in vitro study. *Indian J Dent Res*. 2009 January-March;20(1):17-20. <http://dx.doi.org/10.4103/0970-9290.49050>. PMID:19336854.
22. Mohammadi Z, Abbott PV. Antimicrobial substantivity of root canal irrigants and medicaments: a review. *Aust Endod J*. 2009 December;35(3):131-9. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-4477.2009.00164.x>. PMID:19961451.
23. Athanassiadis B, Abbott PV, George N, Walsh LJ. In vitro study of the inactivation by dentine of some endodontic medicaments and their bases. *Aust Dent J*. 2010 September;55(3):298-305. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1834-7819.2010.01238.x>. PMID:20887518.

24. Vianna ME, Gomes BP, Sena NT, Zaia AA, Ferraz CC, Souza Filho FJ. In vitro evaluation of the susceptibility of endodontic pathogens to calcium hydroxide combined with different vehicles. *Braz Dent J.* 2005; 16(3):175-80. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-64402005000300001>. PMID:16429180.
25. Peters LB, Wesselink PR, Moorer WR. Penetration of bacteria in bovine root dentine in vitro. *Int Endod J.* 2000 January;33(1):28-36. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2591.2000.00268.x>. PMID:11307471.
26. Cwikla SJ, Bélanger M, Giguère S, Progulski-Fox A, Vertucci FJ. Dentinal tubule disinfection using three calcium hydroxide formulations. *J Endod.* 2005 January;31(1):50-2. <http://dx.doi.org/10.1097/01.DON.0000134291.03828.D1>. PMID:15614007.

## CONFLITOS DE INTERESSE

---

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## \*AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

---

Milton Carlos Kuga, Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia de Araraquara, UNESP –Univ Estadual Paulista, Rua Humaitá, 1680, Centro, 14801-903 Araraquara - SP, Brasil, e-mail: [kuga@foar.unesp.br](mailto:kuga@foar.unesp.br)

Recebido: Fevereiro 5, 2014  
Aprovado: Janeiro 20, 2015