

Análise da Formação de Carbonato de Cálcio pela Reação do Hidróxido de Cálcio com Diferentes Veículos Anestésicos

Analysis of Calcium Carbonate Formation from the Reaction of Calcium Hydroxide with Different Anesthetic Vehicles

Simone Urban MOURA^I

Josué MARTOS^{II}

Luiz Fernando Machado SILVEIRA^{III}

^IAluna de Graduação do Curso de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Pelotas (UFPEL), Pelotas/RS, Brasil.

^{II}Professor Adjunto Doutor da Disciplina de Unidade Clínica Odontológica do Departamento de Semiologia e Clínica da Faculdade de Odontologia de Pelotas (UFPEL), Pelotas/RS, Brasil.

^{III}Professor Associado Doutor da Disciplina de Unidade Clínica Odontológica e Pré-Clínica do Departamento de Semiologia e Clínica da Faculdade de Odontologia de Pelotas (UFPEL), Pelotas/RS, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Avaliar in vitro a formação de carbonato de cálcio (CaCO_3) nas pastas de hidróxido de cálcio e seu pH, utilizando cinco veículos diferentes.

Método: Foi utilizado o hidróxido de cálcio pró-análise e como veículos os anestésicos Septodont (mepivacaína 3% sem vasoconstritor), Mepiadre (mepivacaína 2% com epinefrina 1:100.000), Alphacaine (lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000) e Novocol (lidocaína a 2% com fenilefrina 1:2.500) e água destilada milliQ (Millipore) como controle. Eppendorfes com hidróxido de cálcio (0,8g) foram misturados em agitador (Phoenix AP 56) com os solventes (0,8 mL) até obtenção de uma pasta homogênea e armazenados ($37^\circ\text{C}\pm 1$). Cada solução anestésica constituiu um grupo analisado em três períodos de tempo: início, sete e quatorze dias ($n=9$). A quantidade de (CaCO_3) foi determinada através de titulometria (0,1N de H_2SO_4) e o pH das soluções anestésicas e das pastas aferidos através de phmetro (Micronal). Análise de variância (ANOVA) e comparações múltiplas com Scheffe foram empregados para verificar o comportamento dos valores obtidos entre os tempos testados para cada grupo e entre os grupos entre si nos períodos de tempo.

Resultados: O pH das pastas ficou entre 12,46 e 12,88 imediatamente após a mistura. O grupo controle apresentou um maior percentual de formação de CaCO_3 aos 14 dias de armazenamento enquanto que Novocol e Alphacaine maior formação nos tempos iniciais e 7 dias. Os demais grupos (Scandicaine e Mepiadre) não apresentaram diferenças estatisticamente significativa entre os períodos de tempo avaliados. No entanto, entre os grupos no mesmo período de tempo, apenas aos 7 dias foi possível observação de alteração estatisticamente significativa no anestésico Novocol.

Conclusão: O pH das pastas se mostrou elevado (entre 12.46 e 12.88), imediatamente após a mistura e que houve a formação de (CaCO_3) nas pastas de hidróxido de cálcio independente do veículo empregado.

DESCRITORES

Hidróxido de cálcio; Carbonato de cálcio; Anestésicos locais; Alcalinização.

ABSTRACT

Objective: To evaluate in vitro the formation of calcium carbonate (CaCO_3) in calcium hydroxide pastes as well as their pH, using five different vehicles.

Method: Calcium hydroxide p.a. and the following anesthetic vehicles were used: Scandicaine (3% mepivacaine without vasoconstrictor), Mepiadre (2% mepivacaine with 1:100,000 epinephrine), Alphacaine (2% lidocaine with 1:100,000 epinephrine) and Novocol (2% lidocaine with 1:2,500 phenylephrine) and milliQ distilled water (Millipore) as a control. Eppendorf tubes containing the calcium hydroxide p.a. (0.8 g) were placed in a stirrer (Phoenix AP 56) and the solvents were added (0.8 mL) until obtaining uniform paste that were stored at $37^\circ \pm 1^\circ\text{C}$. Each anesthetic solution formed a group ($n=9$) that was analyzed in three moments: initial (time 0), 7 days and 14 days. The amount of CaCO_3 in the pastes was measured by titration (0.1 N of H_2SO_4) and the pH of the anesthetic solutions and pastes was measured with a pH-meter (Micronal). Analysis of variance and Scheffe's multiple-comparison test were used to evaluate the obtained data among the time points for each group and among the groups at each time point.

Results: The pH of the pastes ranged from 12.46 to 12.88 immediately after mixing. The control group presented the highest percentage of CaCO_3 after 14 days of storage, while Novocol and Alphacaine presented higher CaCO_3 formation at time 0 and after 7 days. The remaining groups (Scandicaine and Mepiadre) did not present statistically significant differences between the evaluated time points. However, comparison of the groups at the same time point showed that only Novocol exhibited a statistically significant alteration at 7 days.

Conclusion: The pH of the pastes was high (from 12.46 to 12.88) immediately after mixing and that CaCO_3 formation occurred in the pastes regardless of the employed vehicle.

DESCRIPTORS

Calcium hydroxide; Calcium carbonate; Anesthetics, local; Alkalinization.

INTRODUÇÃO

As propriedades biológicas e antimicrobianas do hidróxido de cálcio sobre os tecidos e bactérias derivam da sua dissociação em íons cálcio e hidroxila. O hidróxido de cálcio proporciona a ativação enzimática tecidual, ocasionando no seu efeito mineralizador e também na inibição de enzimas bacterianas, resultando no seu efeito antimicrobiano¹. Quando em contato direto com um tecido conjuntivo organizado, como polpa ou ligamento periodontal, o hidróxido de cálcio estimula, nesse caso, a neoformação de dentina ou cimento, respectivamente. Algumas modalidades de tratamento utilizam-se deste efeito biológico do hidróxido de cálcio, dentre elas: capeamento pulpar direto, curetagem pulpar, pulpotomia, apicificação, perfurações e reabsorções radiculares².

A capacidade antibacteriana e mineralizadora do hidróxido de cálcio é devido a sua dissociação iônica e estão relacionados diretamente a seu pH elevado (12,6). O efeito do pH na atividade enzimática das bactérias anaeróbias tem permitido apresentar a hipótese que o hidróxido de cálcio produz uma inativação enzimática bacteriana definitiva e irreversível em condições extremas do pH e uma inativação provisória ou reversível quando houver um retorno do pH ideal para a ação enzimática. A velocidade de dissociação iônica exerce uma influência direta em atividades biológicas das bactérias e do tecido. Por esta razão os veículos usados em pastas de hidróxido de cálcio podem produzir efeitos diferentes³.

O veículo tem por finalidade influenciar a velocidade de dissociação iônica, favorecendo a sua penetrabilidade e/ou interagindo e potencializando o seu reconhecido poder antimicrobiano⁴. É preciso compreender que, quanto maior a velocidade de dissociação iônica e difusão de íons hidroxila, maior o efeito antimicrobiano. Dessa forma, o veículo vai influenciar diretamente esta dinâmica, levando-nos a optar por um veículo hidrossolúvel⁵.

Os veículos apresentam diferentes características químicas, sendo classificados em: hidrossolúveis aquosos (soro fisiológico, solução anestésica e água destilada), hidrossolúveis viscosos (polietilenoglicol, propilenoglicol e melilcelulose) e oleosos (paramonoclorofenol canforado, óleo de oliva e lipidol). Os veículos aquosos propiciam ao hidróxido de cálcio uma dissociação iônica extremamente rápida, permitindo maior difusão e, conseqüentemente, maior ação por contato dos íons cálcio e hidroxila com os tecidos e microrganismos. Estes veículos permitem a rápida diluição da pasta no interior do canal radicular, principalmente quando empregada como medicação nos casos de necrose pulpar e lesão perirradicular, obrigando à reposições sucessivas, para que os resultados almejados sejam conseguidos².

O pH ácido de anestésicos locais poderia modificar o pH alcalino do hidróxido de cálcio. Reações químicas ocorreriam entre o hidróxido de cálcio e vários componentes

disponíveis em uma solução anestésica. Os produtos da reação podiam causar a redução no pH sobre um período de tempo prolongado ou, até mesmo, neutralizando os elementos de dissociação do hidróxido de cálcio (Ca^{++} e OH^-), os quais seriam responsáveis pelas propriedades apresentadas, além do pH. Contudo, os resultados obtidos por Solak et al.⁶ demonstraram que o pH permaneceu altamente alcalino.

Pastas preparadas com solução salina e anestésico mostram uma alteração de pH de 6-7 e 7-8 depois de 30 dias e as variações nas velocidades de dissociação iônica de pastas de hidróxido de cálcio são influenciadas por seus veículos e por suas características ácido/base⁷. A solução anestésica confere uma velocidade de dissociação iônica até maior (em comparação a água destilada e o soro fisiológico)⁸, mas também é muito maior a formação de carbonato de cálcio, cuja ação ainda merece estudos mais aprofundados. O hidróxido de cálcio em contato com o dióxido de carbono submete-se também à mudança química, sendo transformado no carbonato de cálcio. Alguns pesquisadores estudaram a perda na qualidade do produto em conseqüência de sua carbonação devido ao gás do dióxido de carbono na atmosfera.

Acredita-se que as bactérias restantes, em seguida ao tratamento inicial, geralmente podem ser controladas por um medicamento intracanal tal como o hidróxido de cálcio⁹. Entretanto, há uma controvérsia a respeito do efeito do hidróxido de cálcio no canal radicular em longa duração. Quando a pasta de hidróxido de cálcio vier em contato com o dióxido de carbono ou íons carbonato, o carbonato de cálcio é formado quimicamente¹⁰, o qual pode causar uma baixa no pH do canal radicular e conseqüentemente reduzir a eficácia antibacteriana. Esse material formado teria baixa solubilidade, um pH de 8,0 e ao contrário do hidróxido de cálcio não possuiria propriedades biológicas e nem antibacterianas¹.

Fuss et al.¹¹ relataram mudanças de pH nas pastas de hidróxido de cálcio intracanal, expostas ao dióxido de carbono *in vitro* e concluíram que o pH das pastas nos dentes expostos ao dióxido de carbono esteve reduzido significativamente após 30 dias, mas após esses 30 dias da exposição ao dióxido de carbono, ainda mantiveram um pH bactericida dentro do canal radicular. O escoamento do líquido intersticial através do forame apical ou de canais acessórios poderia servir como uma fonte desse gás no canal radicular. Excluindo a possibilidade de escapamento coronal, a perda da eficácia pode ser causada pela diluição com líquido periapical, especialmente nos canais com forames apicais largos. Uma causa adicional da redução no pH da pasta pode ser neutralização pelo dióxido de carbono dissolvido por fluidos corporais que penetram através do forame apical.

Parece concebível que o dióxido de carbono reagiria com o hidróxido de cálcio nos forames apicais em

orifícios acessórios do canal, produzindo um “plug” do carbonato de cálcio impedindo uma penetração mais adicional do dióxido de carbono no espaço do canal radicular¹⁰. A perda do material pela difusão através da parede dentinária espera-se ser mínima por causa da permeabilidade seletiva dos túbulos dentinários aos íons hidroxila. Em consequência destas características da dentina, pouca conversão do hidróxido de cálcio, no terço médio do canal radicular, em carbonato de cálcio parece ocorrer com o tempo¹⁰⁻¹³.

O objetivo do presente trabalho é analisar a formação de carbonato de cálcio nas pastas de hidróxido de cálcio, quando usamos como veículos soluções de anestésico local com e sem vasoconstritor e avaliar possíveis alterações no pH final das pastas.

METODOLOGIA

Para o presente estudo foram utilizadas quatro soluções anestésicas. Os veículos empregados neste estudo para a obtenção de pastas à base de hidróxido de cálcio foram os anestésicos mepivacaína 3% sem vasoconstritor – Scandicaine (Septodont), mepivacaína 2% com epinefrina 1:100.000 – Mepiadre (DFL), lidocaína 2% com epinefrina 1:100.000 – Alphacaine (DFL) e lidocaína 2% com fenilefrina 1:2.500 - Novocol (S.S. White). Como grupo controle utilizou-se como veículo a água milliQ (Millipore) e o hidróxido de cálcio empregado no estudo foi o pró-análise (ASFER).

O hidróxido de cálcio foi pesado em uma balança analítica digital de alta precisão Gehaka AG200 (Gehaka) e acondicionado em ependorfes de 2mL, sendo proporcionados 0,8g em cada ependorfe. Após a pesagem do hidróxido de cálcio, os veículos foram adicionados com pipeta de 1000µL (LabMate), no volume de 0,8mL, e a seguir misturados com o hidróxido de cálcio no ependorfe.

Cada ependorfe foi colocado no agitador (Phoenix AP 56) para que obtivéssemos uma mistura homogênea na consistência de creme dental, que é a forma usada clinicamente pelos cirurgiões-dentistas. Cada solução anestésica constituiu um grupo analisado em três períodos de tempo, ou seja, um no momento da obtenção da pasta e, outros dois, nos períodos de sete e quatorze dias. Para cada grupo foram realizadas três repetições para a análise por titulação com finalidade de verificação das referidas análises. As amostras constituintes dos grupos de sete e quatorze dias foram mantidas à temperatura de 37°C±1 em estufa. No grupo controle, o procedimento foi similar.

O pH das soluções anestésicas e água destilada foram aferidos através de phmetro (Micronal). O mesmo procedimento foi realizado com as pastas nos diferentes períodos de tempo analisados. Cada 100mg de cada pasta foi pesado e colocado em frasco becker de 250mL, em seguida acrescentado 80mL de água deionizada e

misturado em agitador magnético (MARCONI) e aferido o pH inicial de cada grupo, em três repetições, nos três períodos de tempo.

Para que houvesse uma homogeneização na consistência das amostras de todos os períodos, antes de determinar o pH e fazer a titulação, os ependorfes foram deixados em estufa a 60°C, de um dia para outro, ficando todas as amostras na mesma consistência, sem umidade nenhuma, retiradas dos ependorfes em porções da massa obtida.

A quantidade de carbonato de cálcio foi determinada através de Titulometria. Neste processo fez-se reagir um ácido forte com uma base forte para que atingisse o ponto de equivalência, que são valores de pH sugeridos, nesse caso pH 8.3 e 4.3. À medida que é adicionado o titulante (0,1N de H₂SO₄) ao titulado (solução de concentração duvidosa), o pH da solução (titulante+titulado) varia.

A titulação foi efetuada com agitação da amostra (por agitador magnético), adicionando pequenas porções de titulante e aguardando a estabilização antes de cada nova adição. A adição do titulante acontecia até o pH da solução chegar a 8,3 (pH em que começa aparecer CO₂ livre) e em seguida em torno de 4,3 (pH em que começa aparecer um excesso de ácido forte), onde ocorre a neutralização total do carbonato.

RESULTADOS

Os dados apresentaram normalidade das amostras através do teste de Shapiro-Wilk. Análise de variância foi empregado para verificar o comportamento dos valores obtidos entre os tempos testados (início, 7 e 14 dias) para cada grupo e comparações múltiplas com Scheffe foram utilizadas entre os grupos entre si nos 3 períodos de tempo.

Os valores avaliados em termos percentuais de concentração de carbonato de cálcio (CaCO₃) estão dispostos na Tabela 1. O grupo controle apresentou um maior percentual de formação de CaCO₃ aos 14 dias de armazenamento enquanto que Novocol e Alphacaine maior formação nos tempos iniciais e 7 dias. Os demais grupos (Scandicaine e Mepiadre) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre os períodos de tempo avaliados.

Entre os grupos nos mesmos períodos de tempo pode-se observar que apenas aos 7 dias foi possível observação de alteração estatisticamente significativa (F=16.35 (4gl), sig. 0.000, p<0.05). Esta alteração de formação entre os grupos foi determinada pelo anestésico Novocol aos 7 dias de armazenamento (43.53). Observa-se pelos dados contidos na Tabela 1 que os grupos Controle, Alphacaine e Novocol apresentaram diferenças significativas (p<0.05) entre os tempos de armazenamento.

Tabela 1. Porcentual de formação de CaCO₃ entre os grupos e entre os distintos períodos de tempo.

Tempos	Controle	Scandicaine	Mepiadre	Alphacaine	Novocol
Início (T1)	19.20 A,abc	28.43 A,a	28.53 A,a	33.33 A,ab	30.73 A,ab
7 dias (T2)	15.73 A,b	29.00 A,a	24.73 A,a	22.33 A,bc	43.53 B,b
14 dias (T3)	22.60 A,c	21.26 A,a	31.23 A,a	20.30 A,c	18.46 A,ac

Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.05$). Letras maiúsculas representam comparações entre as soluções e letras minúsculas representam comparações entre os tempos de armazenamento.

O pH das pastas de hidróxido de cálcio se mostrou elevado entre 12.46 e 12.88 (Tabela 2), imediatamente depois de misturar. Não houve diferença significativa entre

o pH das pastas com água destilada e o pH das pastas com anestésicos locais.

Tabela 2. pH individual dos veículos e das pastas com hidróxido de cálcio.

Veículo	pH individual	pH das Amostras			
		Tempo/dias	1	2	3
Água milliQ	6,3	1°	12,63	12,69	12,64
		7°	12,61	12,63	12,52
		14°	12,51	12,54	12,59
Scandicaine	5,7	1°	12,46	12,51	12,49
		7°	12,61	12,49	12,48
		14°	12,63	12,64	12,61
Mepiadre	2,9	1°	12,52	12,52	12,53
		7°	12,57	12,57	12,59
		14°	12,50	12,88	12,82
Alphacaine	2,0	1°	12,79	12,80	12,77
		7°	12,80	12,80	12,72
		14°	12,76	12,74	12,70
Novocol	6,4	1°	12,72	12,69	12,68
		7°	12,73	12,71	12,73
		14°	12,71	12,76	12,73

*pH individual de cada veículo e pH de cada amostra durante o 1°, 7° e 14° dia.

DISCUSSÃO

O método de titulação, usado no atual estudo, é um método não tão preciso em virtude da grande variedade de características das amostras e das alterações que podem ocorrer na amostra quando coletada ou manuseada. Por isso, foram feitas três leituras de cada grupo em cada período de tempo, para fazer uma média dos resultados analisados.

O hidróxido de cálcio em contato com o CO₂ (dióxido de carbono), submete-se também à mudança química, sendo transformado no carbonato de cálcio¹⁴. Alguns pesquisadores analisaram a perda na qualidade do produto em consequência de sua carbonação devido ao gás do dióxido de carbono na atmosfera^{11,12}. No estudo atual, o aparecimento do carbonato de cálcio, na mistura de hidróxido de cálcio com água (grupo controle), pode ser devido o manuseio das amostras em contato com o dióxido de carbono da atmosfera ou na própria fabricação do pó de hidróxido de cálcio usado. Enquanto que dentro do canal

radicular, o carbonato de cálcio pode se originar do metabolismo bacteriano no canal ou nos túbulos dentinários, ou dos tecidos circunvizinhos. Conseqüentemente, o escoamento do líquido intersticial através do forame apical ou de canais acessórios pode servir como uma fonte de dióxido de carbono no canal radicular¹¹.

A dentina tem um sistema de "buffering" (tamponamento) com efeito correspondente em ácidos e em bases¹⁵. Microplaquetas da dentina mantêm o pH inalterado após a adição de 3 mol de HCL ou 2 mol de NaOH. A apatita inorgânica é supostamente a principal responsável pelo efeito de tamponamento da dentina. Entretanto, o fato da dentina inteira ter um efeito tamponante mais efetivo do que a hidroxiapatita, sugere-se que outros componentes inorgânicos e até orgânicos contribuam também ao tamponamento.

A solução de anestésico local, considerada um ácido fraco, não interfere no pH final da pasta. A formação

de carbonato de cálcio, quando em contato com o dióxido de carbono, também tem um pH alcalino (pH 8) e ao contrário do hidróxido de cálcio, não tem propriedades biológicas e nem antibacterianas¹. O pH das pastas com anestésico não apresentaram diferenças significativas em relação ao pH da pasta de hidróxido de cálcio com água. Nesse caso, as condições físico-químicas serão diferentes, devido a maior formação de carbonato de cálcio, ou seja, a sua formação significa uma menor quantidade de hidróxido de cálcio puro, em conseqüência teremos menor quantidade de dissociação de íons cálcio e hidroxila. Uma possibilidade de que o anestésico local não altera o pH das soluções de hidróxido de cálcio é porque o hidróxido de cálcio tem um pH excessivamente elevado de aproximadamente 12,5. Quando o hidróxido de cálcio é misturado com os anestésicos locais, que têm um pH ácido, somente um pouco do veículo é usado e a concentração de íons de hidrogênio disponíveis não é suficiente para alterar apreciavelmente o pH das soluções de hidróxido de cálcio. Conseqüentemente, o anestésico local pode ser usado como um veículo para o hidróxido de cálcio sem relação de que este possa diminuir o pH da mistura de hidróxido de cálcio¹⁶.

A ação medicamentosa não se resume somente ao pH elevado, mas também à presença de dissociação química em íons cálcio e hidroxila, responsáveis pelas propriedades mineralizadoras e antibacterianas, respectivamente¹. Anteriormente, somente o pH teria importância, mas este não nos demonstra a quantidade de carbonato formado, o qual não possui as especificações medicamentosas do hidróxido de cálcio.

Constatou-se neste trabalho, que a pasta deveria ser mais fluída, ou seja, a quantidade de solvente deveria ser maior, devido à propriedade higroscópica do hidróxido de cálcio, conseqüentemente, permitiria uma maior dissociação do hidróxido de cálcio. Fuss et al.¹¹ utilizaram como veículos do hidróxido de cálcio a solução anestésica local, PMCC e Solvidont e verificaram que a mistura de hidróxido de cálcio com Solvidont foi a única pasta que permaneceu úmida durante o período experimental de 30 dias.

Os anestésicos não apresentaram comportamentos diferentes, entre si e com a água, mesmo sendo as fórmulas estruturais dos anestésicos mais complexos. Dentro dos períodos analisados, cada substância teve um comportamento uniforme, demonstrando que a reação se torna estável. Estrela e Pesce¹⁴ avaliaram a formação de carbonato de cálcio pelo período de 7, 30, 45 e 60 dias, usando como veículos soro fisiológico, solução anestésica (xylocaine 2% com vasoconstritor) e polietilenoglicol 400, essas pastas colocadas em tubos de polietileno no tecido conjuntivo subcutâneo nos cães. Esta avaliação usando a titulação, teve como resultado maior formação de carbonato de cálcio na pasta com anestésico, no período inicial de sete dias,

permanecendo a mesma taxa relativamente semelhante, pelo período completo de dois meses. Neste estudo, esta alteração de formação entre os veículos, no mesmo período de tempo, foi determinada pelo anestésico Novocol (lidocaína 2% com fenilefrina) aos 7 dias de armazenamento.

Não se pode inferir que a maior formação de carbonato nas pastas com anestésicos, interfira de modo significativo na ação antimicrobiana, entre outras propriedades, mas devemos levar em consideração que o grupo controle (água milliQ) apresentou um maior percentual de formação de carbonato de cálcio aos 14 dias de armazenamento enquanto que os anestésicos (Novocol e Alphacaine) maior formação nos tempos iniciais e 7 dias.

CONCLUSÃO

O pH das pastas se mostrou elevado (entre 12.46 e 12.88), imediatamente após a mistura; Há formação de carbonato de cálcio nas pastas de hidróxido de cálcio independente do veículo empregado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o químico Denilson Gouvêa Anthonisen (Embrapa-CPACT) pela assistência nas análises químicas.

REFERÊNCIAS

1. Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe Jr O. Estudo do efeito biológico do pH na atividade enzimática de bactérias anaeróbias. Rev FOB 1994; 2(4):29-36.
2. Lopes HP, Siqueira JR JF. Medicação intracanal. In: Lopes HP, Siqueira JR JF. Endodontia: Biologia e Técnica. 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 2004. p.581-613.
3. Estrela C, Pesce HF. Chemical analysis of the liberation of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide pastes in the presence of connective tissue of the dog. Part I. Braz Dent J 1996; 7(1):41-6.
4. Estrela C, Figueiredo JAP. Endodontia: Princípios biológicos e mecânicos. São Paulo: Artes Médicas, 1999. 819p.
5. Sydney GB. Medicação intracanal: Estágio atual. In: Bottino MA. Clínica Odontológica Brasileira. São Paulo: Artes Médicas, 2004. p.131-59.
6. Bystron A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and hydroxide in the treatment of infected root canal. Endod Dent Traumatol 1985; 1(5):170-75.
7. Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe Jr O. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ion of calcium hydroxide on tissue and bacteria. Braz Dent J 1995; 6(2):85-90.
8. Estrela C, Pesce HF. Chemical analysis of the formation of calcium carbonate and its influence on calcium hydroxide pastes in the

presence of connective tissue of the dog. Part II. Braz Dent J 1997; 8(1):49-53.

9. Estrela C. Eficácia antimicrobiana de pastas de hidróxido de cálcio. [Tese - Livre Docência]. Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, 1997.

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

11. Gomes Camões IC, Salles MR, Chevitarese O, Gomes LN. Influence on pH vehicle containing glycerin used with calcium hydroxide. Dental Traumatol 2003; 19(3):132-8.

12. Gomes Camões IC, Salles MR, Chevitarese O, Gomes LN. Diffusion of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ associated with different vehicles: chromatographic study (high-performance liquid chromatography). J Endod 2004; 30(1):30-4.

13. Haapasalo M, Qian W, Portenier I, Waltimo T. Effects of Dentin on Antimicrobial Properties of Endodontic Medicaments. J Endod 2007; 33(8):917-25.

14. Kwon TY, Fujishima T, Imai Y. FT-Raman spectroscopy of calcium hydroxide medicament in root canals. Int Endod J 2004; 37(7):489-93.

15. Solak H, Öztan MD. The pH changes of four different calcium hydroxide mixtures used for intracanal medication. J Oral Rehabil 2003; 30(4):436-9.

16. Stamos DG, Haasch GC, Gerstein H. The pH of local anesthetic/calcium hydroxide solutions. J Endod 1985; 11(6):264-5.

Recebido/Received: 08/11/07

Revisado/Reviewed: 30/05/08

Aprovado/Approved: 20/06/08

Correspondência/Correspondence:

Prof. Dr. Luiz Fernando M. Silveira

Faculdade de Odontologia de Pelotas

Departamento de Semiologia e Clínica

Rua Gonçalves Chaves, 457

Pelotas/RS

Brazil

CEP: 96015-560

Telefax: +55-53 3222-4162

E-mail: lufersil.sul@terra.com.br