

PH e Liberação de Cálcio de Materiais Forradores

Ph and Calcium Ion Release of Pulp-capping Materials

Rodrigo RICCI VIVAN¹, Maria Cecília V. DAHER², Alessandra S. CAPUANO³, Joana R. DOKKO⁴, Márcia A. ZEFERINO⁵, Paulo H. WECHWERTH⁶, Marco A. H. DUARTE⁷

1 - DDS, MS, PhD, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Sagrado Coração - USC, Bauru, São Paulo, Brasil.

2 - DDS, MS, PhD, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Sagrado Coração - USC, Bauru, São Paulo, Brasil.

3 - DDS, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Sagrado Coração - USC, Bauru, São Paulo, Brasil.

4 - DDS, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Sagrado Coração - USC, Bauru, São Paulo, Brasil.

5 - DDS, MS, PhD, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Sagrado Coração - USC, Bauru, São Paulo, Brasil.

6 - DDS, MS, PhD, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Sagrado Coração - USC, Bauru, São Paulo, Brasil.

7 - DDS, MS, PhD, Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – USP, Bauru, São Paulo, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Avaliar o pH e liberação de íons cálcio dos materiais forradores a base de hidróxido de cálcio não fotopolimerizável (Hydro C), um fotopolimerizável (Biocal) e MTA. Os materiais foram manipulados e inseridos em tubos de 1 cm de comprimento e 1 mm de diâmetro. Os tubos foram preenchidos e imediatamente imersos em frascos contendo 10 mL de água deionizada. Os tubos foram removidos dos frascos depois de 10 minutos, 24, 48 horas, 7, 15 e 30 dias, e a liberação de íons cálcio e hidroxila foi mensurada com um pHmetro e espectrofotômetro de absorção atômica, respectivamente. Os dados foram comparados pela análise de variância a dois critérios, e as comparações individuais pelo teste de Tukey-Kramer, com nível de significância de 5%. Com relação a liberação de íons cálcio, no período de 10 minutos ocorreram diferenças significantes ($P < 0,05$) nas comparações do MTA com os outros dois materiais. Nos períodos de 24 e 48 horas os três materiais se diferenciaram

estatisticamente ($P < 0,05$) entre si. Na análise de 7 e 15 dias ocorreram diferenças significantes ($P < 0,05$) nas comparações entre: MTA e Biocal, e no confronto entre Hydro C e Biocal. Na avaliação de 30 dias as diferenças significantes ($P < 0,05$) ocorreram nas comparações do MTA com os demais materiais. Com relação ao pH, no período de 10 minutos e 24 horas não ocorreram diferenças significantes ($P > 0,05$). Nos períodos de 48 horas ocorreu diferença estatística ($P < 0,05$) nas comparações do BioCal com os outros dois materiais. Na análise de 7 dias ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$) na comparação entre MTA e Biocal. Na avaliação de 15 dias ocorreram diferenças significantes ($P < 0,05$) na comparação do Hidro C com os demais materiais. Na análise de 30 dias ocorreram diferenças significantes ($P > 0,05$) nas comparações. Conclui-se que todos os materiais foram capazes de liberar íons cálcio e hidroxila.

PALAVRAS-CHAVE: Materiais forradores, pH, liberação de íons cálcio

INTRODUÇÃO

Um material forrador ideal deve apresentar algumas características, como proteger a polpa dos choques térmicos, isolar contra a ação galvânica inerente a todas as restaurações de amálgama, impedir a penetração de mercúrio das restaurações de amálgama na dentina subjacente, evitando, assim, a alteração de cor do dente, proporcionar um efeito anódino sobre a polpa, exercer grau de atividade antibacteriana para esterilizar a dentina subjacente e a cárie residual das lesões cariosas profundas, e reduzir a infiltração marginal à volta das restaurações, limitando, assim, também a difusão de toxinas bacterianas e de moléculas solúveis, de todos os tipos, para a dentina e a polpa subjacente¹.

Os produtos que contém hidróxido de cálcio são atualmente bastante difundidos e utilizados, devido à sua comprovada propriedade de estimular a formação de dentina reparadora² e proteger a polpa contra os estímulos termelétricos e favorecer ação antimicrobiana³.

A indução de mineralização parece ser o resultado do pH alcalino do hidróxido de cálcio, e sua atividade antimicrobiana pela liberação de íons hidroxilaque promovem inibição enzimática dos microorganismos⁴. No entanto, os íons cálcio desempenham um papel essencial na mineralização, devido à sua promoção da migração celular e diferenciação^{5,6}.

O hidróxido de cálcio é eficaz para estimular a mineralização e é o material de escolha para uso em cavidades muito profundas, especialmente em situações em que microexposições podem não ser detectadas clinicamente. Materiais a base de hidróxido de cálcio comomateriais forradores tem substituído o cimento de fosfato de zinco, policarboxilato e óxido e eugenol, com vantagens práticas, especialmente em termos de seus efeitos biológicos.

Novos materiais têm sido empregados como materiais forradores. O Mineral trióxido agregado (MTA) usado em capeamento pulpar direto apresentou resposta similar em polpas humanas quando comparado com o hidróxido de cálcio⁷ e é

considerado um material promissor⁸. Tuna e Olmez⁹ (2008) avaliaram a efetividade do MTA quando usado como material capeador em dentes decíduos, apresentando resultados semelhantes ao hidróxido de cálcio. O MTA também foi estudado em dentes decíduos de porcos, com resultados satisfatórios¹⁰. Outros materiais a base de MTA, fotopolimerizáveis, também tem sido testados, como o Theracal¹¹ e o MTA fotopolimerizável da Bisco® foi testado em relação as suas propriedades biológicas¹² e suas propriedades físicas e químicas^{13,14}.

Os exemplos mais conhecidos desses produtos são Dycal, Hydro C, Life, Renew e o Ultra Blend Plus. Suas propriedades mecânicas, em especial a resistência à compressão, após 7 minutos de espatulação e o cisalhamento, após 10 minutos, possibilitam indicar esses agentes protetores como base única no caso de proteções indiretas. Sob o ponto de vista biológico, quando aplicados sobre a dentina como agente forrador, possibilita a formação de dentina reacional e, evidências de reparo pulpar, quando aplicados sobre exposições pulpares acidentais⁶. No entanto, para exercer sua ação biológica e antimicrobiana, esses materiais a base de hidróxido de cálcio devem liberar íons cálcio e hidroxila. Duarte *et al.*³ (2007) avaliaram a liberação desses íons em diferentes materiais forradores.

Recentemente a empresa Nacional Biodinâmica lançou um novo material forrador fotopolimerizável, que contém hidróxido de cálcio (Biocal) que possui em sua composição: 7,10% de cálcio, Etileno Uretano Dimetacrilato, Carga Inorgânica, Sulfato de Bário, Fotoativados, Pigmentos. Francisconi *et al.*¹⁵ (2009) avaliaram a absorção de água e solubilidade desse material. No entanto, a literatura não apresenta resultados em relação a liberação de cálcio e hidroxila desse material. Por ser um material fotopolimerizável, fica a dúvida se ocorre a liberação desses íons importantes no processo de mineralização e ação antimicrobiana.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a liberação de íons cálcio e hidroxila de diferentes materiais forradores a base de hidróxido de cálcio, em diferentes períodos (10 minutos, 24, 48 horas, 7, 15 e 30 dias).

MATERIAL E MÉTODO

Os seguintes capeadores pulpares a base de hidróxido de cálcio foram utilizados no presente: Hydro C (Dentsply Indústria e Comércio, Petrópolis, Brasil), Biocal (Biodinâmica, Iporã, Paraná, Brasil) and MTA (Angelus, Londrina, PR, Brasil).

Análise do pH

Os materiais foram manipulados e inseridos no interior de tubos plásticos contendo 1 cm de comprimento e 1 mm de diâmetro interno. Os tubos foram pesados antes e depois da inserção dos materiais, obtendo-se uma média de 42 mg de material em cada tubo. Cada tubo foi imerso em frascos de vidro contendo 10 mL de água deionizada, e os frascos foram hermeticamente. O pH da água em que os tubos estavam imersos foi medido com um pHmetro depois de 10 minutos, 24, 48 horas, 7, 15 e 30 dias após a espatulação. Soluções com pH de 4,0, 7,0 e 12,0 foram empregadas para a calibração do aparelho antes das medidas. Após cada período os tubos eram colocados em um novo frasco contendo água destilada. A água em que os tubos estavam imersos em cada período foi analisada. Dez amostras

foram realizadas para cada cimento.

Análise da liberação de íons cálcio

As amostras para este teste foram preparadas da mesma forma que a descrita para a análise do pH. Tubos (1 cm comprimento X 1 mm de diâmetro) preenchidos com os materiais foram imersos em 10 mL de água deionizada e analisados depois de 10 minutos, 24, 48 horas, 7, 15 e 30 dias, com os tubos sendo mudados para outro frasco com água deionizada após cada período. A liberação de íons cálcio foi analisada empregando a espectrometria de absorção atômica equipada de uma lâmpada catodo para cálcio sob as seguintes condições: corrente 3 mA, gás de óxido nitroso, estequiometria reduzida, comprimento de onda de 422,7 nm, e amplitude de fenda de 0,2 nm.

Um solução padrão de 10 mg% de cálcio foi diluída em água destilada para obter as seguinte concentrações: 0,025, 0,05, 0,1, 0,2, e 0,4 mg%. As amostras foram diluídas o quanto necessária. O aparelho foi levado a zero de absorbância usando a água deionizada pura como branco. Uma curva de calibração foi realizada com as soluções de estoque para determinar a confiabilidade do aparelho. Após a calibração, a água em que as amostras estavam imersas foram lidas.

Análise Estatística

Os dados foram analisados estatisticamente pela análise de variância a dois critérios, e as comparações individuais pelo teste de Tukey-Kramer, com nível de significância de 5%.

RESULTADO

A tabela 1 apresenta a média e desvio padrão dos resultados do pH dos materiais testados nos diferentes períodos

Na comparação estatística de 10 minutos ocorreram diferenças significantes ($P < 0,05$) nas comparações do MTA bio com os outros dois materiais. Nos períodos de 24 e 48 horas os três materiais se diferenciaram estatisticamente ($P < 0,05$) entre si. Na análise de 7 e 15 dias ocorreram diferenças significantes ($P < 0,05$) nas comparações entre: MTA bio e Biocal, e no confronto entre Hydro C e Biocal. Na avaliação de 30 dias as diferenças significantes ($P < 0,05$) ocorreram nas comparações do MTA bio com os demais materiais.

A tabela 2 contém a média e desvio padrão da liberação de íons cálcio proporcionado pelos materiais testados nos diferentes períodos.

Na comparação estatística de 10 minutos e 24 horas não ocorreram diferenças significantes ($P > 0,05$). Nos períodos de 48 horas ocorreu diferença estatística ($P < 0,05$) nas comparações do BioCal com os outros dois materiais. Na análise de 7 dias ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$) na comparação entre: MTA bio e Biocal. Na avaliação de 15 dias ocorreram diferenças significantes ($P < 0,05$) na comparação do Hidro C com os demais materiais. Na análise de 30 dias ocorreram diferenças significantes ($P > 0,05$) nas comparações.

DISCUSSÃO

A liberação de íons cálcio e hidroxila pelo material favorece a participação destes íons no processo de reparo. O cálcio reage com gás carbônico tecidual, formando carbonato de cálcio que favorece a proliferação de células indiferenciadas da pol-

Tabela 1 – Média e desvio padrão do pH dos materiais testados nos diferentes períodos.

Material	10 min	24 hours	48 hours	7 days	15 days	30 days
Hidro C	6,61 (1,41)	9,16 (0,97)	7,82 (0,75)	8,65 (1,32)	8,57 (1,94)	6,29 (2,14)
Biocal	5,56 (0,47)	8,10 (0,94)	6,44 (0,79)	5,64 (0,75)	6,70 (0,75)	5,14 (2,40)
MTA	8,16 (1,23)	10,42 (0,93)	9,75 (1,33)	9,63 (2,39)	10,23 (1,73)	10,25 (2,23)

Tabela 2 – Média e desvio padrão (dp) da liberação de cálcio em mg/dl dos materiais nos diferentes períodos:

Material	10 min	24 hours	48 hours	7 days	15 days	30 days
Hidro C	2,15 (1,79)	0,78 (0,44)	0,10 (0,08)	0,12 (0,12)	0,06 (0,08)	0,11 (0,14)
Biocal	0,92 (0,10)	0,49 (0,21)	0,03 (0,01)	0,2 (0,004)	0,01 (0,008)	0,02 (0,03)
MTA	1,61 (0,91)	0,74 (0,76)	0,14 (0,05)	0,25 (0,26)	0,02 (0,02)	0,03 (0,01)

pa dental⁵ e sua diferenciação em odontoblastos¹⁶, contribuindo no processo de mineralização^{6,17}. Os íons hidroxila agem estimulando a liberação de fosfatase alcalina pelas células blásticas, participando também no processo de mineralização¹⁸.

Além da ação biológica, os íons cálcio e hidroxila exercem ação antimicrobiana, seja pela reação com gás carbônico, diminuindo assim a fonte respiratória de bactérias anaeróbias, ou também, pela inibição do sistema enzimático^{18,19}.

O método empregado para leitura da liberação de íons cálcio, a espectrofotometria de absorção atômica com lâmpada catodo de cálcio, consiste em um método confiável e já previamente empregado em outros estudos que analisaram materiais forradores e endodônticos^{6,14,21}. Entretanto, outros estudos^{20,21} têm empregado a chama de acetileno, a qual necessita da associação de outras substâncias à amostra, como o EDTA ou lantânio, para prevenir a interferência de outros íons metálicos. Neste estudo, foi utilizada a chama de óxido nitroso, que não necessita da associação de substâncias. Outros métodos, tais como o potenciômetro²⁸ ou espectrofotômetro colorimétrico²² tem sido empregado com o mesmo propósito, porém não apresentam a mesma capacidade que o espectrofotômetro de absorção atômica com lâmpada catodo para detecção de cálcio.

Na clínica odontológica do dia a dia nos deparamos com situações onde necessitamos de proteção e reparação dos tecidos dentários para devolvê-lo à função. Nesta pesquisa, estudamos o cimento MTA e dois forradores: um fotopolimerizável (Biocal) e um não fotopolimerizável (Hidro C) assim como seus pHs, visto que em pH alcalino a atividade antimicrobiana é reduzida, devido a uma inibição enzimática dos micro-organismos.

Tagger *et al.*²² (1988) estudaram o grau de desprendimento de íons cálcio em diversos cimentos, em uma pesquisa semelhante a que executamos, chegando a conclusão que o Sealapex teve um desprendimento gradual e prolongado semelhante ao Dycal e Life, mas suas partículas se desintegraram. Nesta mesma linha de estudo, Shubich *et al.*²³ (1978) avaliaram cinco materiais forradores, entre eles o Dycal, que mostrou ser um material eficaz na liberação de íons cálcio, juntamente com Pulpdent PDF, Pulpdent PDL e Kerr MPC e o Hidroxiline foi o menos efetivo.

O hidróxido de cálcio na forma de pó para ser utilizado, necessita de um veículo para introduzi-los no dente. Yucel *et al.*²⁴ (2007) estudaram alguns veículos que quando misturados ao pó de hidróxido de cálcio tornaram as misturas altamente alcalinas, aumentando significativamente após 24 horas. Na mesma linha de estudos, Bortoluzzi *et al.*²⁵ em 2006, misturaram três tipos de MTA em cloreto de cálcio, obtendo resultados semelhantes, onde após a manipulação a mistura aumentou imediatamente o pH. Solak *et al.*²⁶ (2003) também compararam o comportamento do hidróxido de cálcio em diferentes veículos, tais como água destilada, Citanest, Ultracane e soro fisiológico. Encontrando diferenças significantes entre os grupos. Os primeiros valores de pH foram inferiores em pastas de hidróxido de cálcio com anestésicos que com água destilada, porém mostraram valores comparativos com sete dias, e todas as amostras foram estáveis em pH 11 após 7 dias.

Ferreira *et al.*²⁷ (2004) estudaram os níveis de pH e liberação de cálcio de três produtos a base de hidróxido de cálcio usando como veículo o paramono clorofenol canforado (PMCC), pasta salina e pasta LC e concluíram que tanto o PMCC como a pasta salina foram inibidores do aumento do pH e da liberação de cálcio.

Tamburic *et al.*²⁸ (1993) analisando o Nu Cap, um tipo de cimento forrador, verificaram a liberação ascendente até o período de 24 horas decaindo na análise de 48 e 72 horas, empregando 100 mg do material. A diferença na metodologia deste trabalho para o de Tamburic foi a de que os materiais testados tinham a água trocada após os períodos estipulados (Duarte *et al.*³, 2007), enquanto que a pesquisa citada acima realizava a leitura na mesma água. O material Nu Cap apresenta um comportamento diferente quando na cultura se troca ou não, levando a uma solubilidade.

Ida *et al.*²⁹ (1989) analisaram o pH em filtro, para o Life, o valor encontrado foi de 10,42 após 5 minutos da espátulação, aumentando para 11,47 e 11,94 após 3 horas e 24 horas, respectivamente. Abbasi Barkhordar *et al.* também observaram pH alto para o Life, porém colocando o material direto na solução fisiológica. No entanto, quando se mediu na parede de dentina, o pH foi de 7,36 para todos os períodos, demonstrando que o Life é um material com comportamento extremamente alcalino. As diferenças nos resultados podem ser atribuídas variações na metodologia como colocar o material direto na solução ou empregar tubos de maiores diâmetros que favorecem maior área do contato entre material e solução.

Duarte *et al.*³ (2007) avaliaram o pH e liberação de íons cálcio dos cimentos Hydro C, NuCap, Life, and Ultrablend Plus. O cimento Hidro C apresentou pH alcalino e liberação de íons cálcio, assim como os resultados da presente pesquisa.

De acordo com a pesquisa realizada, os forradores como Hidro C e Biocal obtiveram um desempenho favorável com um pH inicial de seis, atingindo seu pico em 24 horas, mantendo um pH de aproximadamente 8,0 por 15 dias, decaindo até 6,29 em 30 dias, de acordo com Duarte *et al.*³ (2007). O MTA apresentou um pH elevado

desde os primeiros 10 minutos e mantendo-se elevado até 30 dias, sendo isto possível por ser um material altamente alcalino³⁰.

Quanto à liberação de cálcio, a presente pesquisa mostra que há diferença estatisticamente significativa nos primeiros 10 minutos entre os materiais, mas sendo que o Hidro C apresenta uma melhor liberação de íons cálcio. Após 24 horas, inicia-se um decréscimo nos materiais Hidro C e Biocal sendo que o MTA inicia um aumento nesta liberação, atingindo seu pico em 7 dias, decrescendo drasticamente em seguida. Na análise de 30 dias, os materiais possuem um comportamento de diferenças não significativo, porém com uma melhor performance do Hidro C.

REFERÊNCIAS

- Hilton TJ. Keys to Clinical Success with Pulp Capping: A Review of the Literature. *Operative Dentistry*. 2009;34(5):615-25.
- Leites AB, Baldissera EZ, Silva AF, Tarquinio S, Botero T, Piva E, Demarco FF. Histologic response and tenascin and fibronectin expression after pulp capping in pig primary teeth with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *Oper Dent*. 2011;36(4):448-56.
- Duarte MA, Martins CS, de Oliveira Cardoso Demarchi AC, de Godoy LF, Kuga MC, Yamashita JC. Calcium and hydroxide release from different pulp-capping materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007;104(1):e66-9.
- Caldwell DR. *Microbial physiology and metabolism*. Oxford: Wm. C. Brown; 1995.
- Takita T, Hayashi M, Takeichi O, Ogiso B, Susuki N, Otssuka K, et al. Effect of mineral trioxide aggregate on proliferation of cultured human dental pulp cells. *Int Endod J*. 2006;39:415-22.
- Seux D, Couble ML, Hartmann DJ, Gauthier JP, Magloire H. Odontoblast-like cytodifferentiation of human dental pulp in vitro in the presence of a calcium hydroxide-containing cement. *Arch Oral Biol*. 1991;36:117-28.
- Accorinte ML, Loguercio AD, Reis A, Carneiro E, Grande RH, Murata SS, Holland R. Response of human dental pulp capped with MTA and calcium hydroxide powder. *Oper Dent*. 2008;33(5):488-95.
- Witherspoon DE. Vital pulp therapy with new materials: new directions and treatment perspectives--permanent teeth. *J Endod*. 2008;34(7 Suppl):S25-8.
- Tuna D, Olmez A. Clinical long-term evaluation of MTA as a direct pulp capping material in primary teeth. *Int Endod J*. 2008;41(4):273-8.
- Shayegan A, Petein M, Vanden Abbeele A. The use of beta-tricalcium phosphate, white MTA, white Portland cement and calcium hydroxide for direct pulp capping of primary pig teeth. *Dent Traumatol*. 2009;25(4):413-9.
- Gandolfi MG, Taddei P, Siboni F, Modena E, Ciapetti G, Prati C. Development of the foremost light-curable calcium-silicate MTA cement as root-end in oral surgery. Chemical-physical properties, bioactivity and biological behavior. *Dent Mater*. 2011;27(7):e134-57.
- Gomes-Filho JE, de Moraes Costa MT, Cintra LT, Lodi CS, Duarte PC, Okamoto R, Bernabé PF, Nery MJ, Cannon M. Evaluation of alveolar socket response to Angelus MTA and experimental light-cure MTA. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;110(5):e93-7.
- Vivan RR, Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Bernardineli N, Garcia RB, Hungaro Duarte MA, de Moraes IG. Evaluation of the radiopacity of some commercial and experimental root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009;108(6):e35-8.
- Vivan RR, Zapata RO, Zeferino MA, Bramante CM, Bernardineli N, Garcia RB, Hungaro Duarte MA, Tanomaru Filho M, Gomes de Moraes I. Evaluation of the physical and chemical properties of two commercial and three experimental root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;110(2):250-6.
- Francisconi LF, de Freitas AP, Scaffa PM, Mondelli RF, Francisconi PA. Water sorption and solubility of different calcium hydroxide cements. *J Appl Oral Sci*. 2009;17(5):427-31.
- Schröder U. Effects of calcium hydroxide-containing pulp-capping agents on pulp cell migration, proliferation, and differentiation. *J Dent Res*. 1985;62:541-8.
- Foreman PC, Barnes LE. A review of calcium hydroxide. *Int Endod J*. 1990;23:283-97.
- Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felipe O Jr. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. *Braz Dent J*. 1995;6:85-90.
- Miles JP, Gluskin AH, Chambers D, Peters OA. Pulp Capping with Mineral Trioxide Aggregate (MTA): A Retrospective Analysis of Carious Pulp Exposures Treated by Undergraduate Dental Students. *Operative Dentistry*. 2010;35(1):20-28.
- Duarte MAH, Demarchi ACCO, Giava MH, Kuga MC, Fraga SC, Souza LCD. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. *J Endod*. 2000;26:389-90.
- Duarte MAH, Demarchi ACCO, Moraes IG. Determination of pH and calcium ion release provided by pure and calcium hydroxide-containing AH Plus. *Int Endod J*. 2004;37:42-5.
- Agger M, Tagger E, Kfir A. Release of calcium and hydroxyl ions from set endodontic sealers containing calcium hydroxide. *J Endod*. 1988;14(12):588-91.
- Shubich I, Miklos FL, Rapp R, Draus FJ. Release of calcium ions from pulp-capping materials. *J Endod*. 1978;4(8):242-4.
- Yücel AC, Aksoy A, Ertaş E, Güvenç D. The pH changes of calcium hydroxide mixed with six different vehicles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007;103(5):712-7.
- Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Garcia RB, de Moraes IG, Bernardineli N. Sealing ability of MTA and radiopaque Portland cement with or without calcium chloride for root-end filling. *J Endod*. 2006;32(9):897-900.
- Solak H, Oztan MD. The pH changes of four different calcium hydroxide mixtures used for intracanal medication. *J Oral Rehabil*. 2003;30(4):436-9.
- de Andrade Ferreira FB, Silva E Souza Pde A, do Vale MS, de Moraes IG, Granjeiro JM. Evaluation of pH levels and calcium ion release in various calcium hydroxide endodontic dressings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004;97(3):388-92.
- Tamburic SD, Vuleta GM, Ognjanovic JM. In vitro release of calcium and hydroxyl ions from two types of calcium hydroxide preparation. *Int Endod J*. 1993;26:125-30.
- Ida K, Maseki T, Yamasaki M, Hirano S, Nakamura H. The pH values of pulp-capping agents. *J Endod*. 1989;15:365-8.
- Duarte MAH, Demarchi ACCO, Yamashita JC, Kuga MC, Fraga SC. pH and calcium ion release of 2 root-end filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003;95:345-7.

ABSTRACT

Objective: Evaluate the pH and calcium ion release from the pulp-capping materials based on calcium hydroxide does not light-cured (Hydro), a light-cured (Biocal) and MTA. The materials were manipulated and inserted into tubes of 1 cm in length and 1 mm in diameter. The tubes were completed and immediately immersed in vials containing 10 mL of deionized water. The tubes were removed from bottles after 10 minutes, 24, 48 hours, 7, 15 and 30 days, and calcium and hydroxyl ions release was measured with an atomic absorption spectrophotometer and pHmetro, respectively. The data were compared by analysis of variance on two criteria, and individual comparisons by Tukey-Kramer test with significance of 5%. Regarding the calcium ion release, in period of 10 minutes there were significant differences ($P < 0.05$) MTA comparisons with the other two materials. During periods of 24 and 48 hours the three materials have differentiated statistically ($P < 0.05$) among themselves. Analysis

of 7 and 15 days there were significant differences ($P < 0.05$) in the comparisons between: MTA and the confrontation between Biocal and Hydro C and Biocal. 30 days evaluation of significant differences ($P < 0.05$) occurred in MTA comparisons with other materials. With regards to pH, within 10 minutes and 12:0 am not significant differences occurred ($P > 0.05$). During periods of 48 hours there was statistical difference ($P > 0.05$) in BioCal's comparisons with the other two materials. In During periods of 48 hours there was statistical difference ($P < 0.05$) in BioCal's comparisons with the other two materials. Analysis of 7 days there was significant difference ($P < 0.05$) in the comparison between MTA and Biocal. In 15 days trial significant differences occurred ($P < 0.05$) in comparison with the other's Hydro C materials. In the analysis of significant differences occurred 30 days ($P < 0.05$) in the comparisons. It is concluded that all materials were able to release calcium ions and hydroxyl.

KEYWORDS: Pulp-capping materials, pH, release of calcium ions

ENDEREÇO DE CORRESPONDÊNCIA:

Dr. Marco Antonio Hungaro Duarte DDS, PhD
Rua Anna Pietro Forte, 3-18 (lote A12),
Residencial Villagio 1, CEP: 17018-820 Bauru, SP, Brazil
Telefax: 55 14 3234-6147
e-mail: mhungaro@fob.usp.br