

FERNANDA HELAINE CIDADE

**EFEITO DA IRRIGAÇÃO PASSIVA ULTRASSÔNICA NA DIFUSÃO DE ÍONS
HIDROXILA ATRAVÉS DA DENTINA RADICULAR: ESTUDO *EX VIVO***

Florianópolis

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

**EFEITO DA IRRIGAÇÃO PASSIVA ULTRASSÔNICA NA DIFUSÃO DE ÍONS
HIDROXILA ATRAVÉS DA DENTINA RADICULAR: ESTUDO *EX VIVO***

Trabalho de conclusão de Curso de Graduação em Odontologia apresentado junto à Disciplina de TCC III do Curso de Graduação em Odontologia, como requisito para a obtenção do título de cirurgião-dentista.

Aluna: Fernanda Helaine Cidade

Orientador: Prof^o. Dr. Eduardo Antunes Bortoluzzi

Florianópolis

2013

À minha Mãe.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, sempre.

À Eliane Maria da Cunha Cidade, por todo o amor incondicional e amizade.

Ao Iarandu Bianchini, pelo amor e companheirismo.

À Doutoranda Luciane Geanini Pena dos Santos, pela paciência.

Ao Mestrando Tamer Schmidt, pela ajuda.

Ao Professor Sérgio Fernando Torres de Freitas, pela contribuição.

Ao Professor Eduardo Antunes Bortoluzzi, por se dedicar e por acreditar.

“Nunca, jamais desanimeis, embora venham ventos contrários.”

(Santa Paulina)

Cidade FH. Efeito da irrigação passiva ultrassônica na difusão de íons hidroxila através da dentina radicular: estudo *ex vivo*. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Curso de Graduação em Odontologia da UFSC; 2013.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da irrigação ultrassônica passiva (IUP) na difusão, através da dentina radicular, de íons hidroxila provenientes da pasta de hidróxido de cálcio (HC). Após o preparo químico-mecânico dos canais radiculares de 50 dentes humanos, a camada de cimento foi removida e a superfície radicular externa lavada com EDTA 17% e NaOCl 1%. A região da junção amelocementária e os 3 mm da porção apical de cada raiz foram recobertas com Araldite. Quatro protocolos diferentes de irrigação final foram realizados, com n=10 em cada grupo: Grupo 1 - irrigação com EDTA e NaOCl; Grupo 2 - irrigação com EDTA + IUP + NaOCl; Grupo 3 - irrigação com EDTA + NaOCl + IUP; Grupo 4 - irrigação com EDTA e NaOCl, ambos com IUP. Cinco dentes foram somente irrigados com água destilada (Grupo 5) e outros 5 irrigados com água destilada + IUP (Grupo 6), servindo de controle. Em seguida, os canais foram secos, preenchidos com HC e mantidos em frascos plásticos individuais, contendo 10 mL de água destilada com pH conhecido. Nos períodos de 7, 15 e 21 dias, o pH da água contida nos frascos foi aferido. Os valores de pH foram tabulados e comparados pelo teste de análise de variância (ANOVA2) e o teste de Tukey foi empregado para comparações individuais ($\alpha=0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,1224$), mas houve entre os períodos experimentais ($p<0,0001$). Em 15 e 21 dias houve maior difusão de íons do que em 1 semana. Concluiu-se que a irrigação ultrassônica passiva não influenciou na difusão dos íons hidroxila através da dentina radicular.

PALAVRAS-CHAVE: EDTA, irrigação, limpeza, lama dentinária, NaOCl, ultrassom.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the Passive Ultrasonic Irrigation (PUI) effect on hydroxyl ions diffusion arising from calcium hydroxide paste (CH) among root dentin. Fifty humans teeth were endodontically prepared. The cement layer was removed and the external root surface was washed with EDTA and NaOCl. The cementoenamel junction and the apical portion of each root was covered. Four different protocols for final irrigation were employed (n=10): Group 1 - final irrigation with EDTA + NaOCl, Group 2 - final irrigation with EDTA + PUI + NaOCl, Group 3 – final irrigation with EDTA + NaOCl + PUI and Group 4 - final irrigation with EDTA + NaOCl both with PUI activation. Five teeth received only distilled water as final solution (Group 5) and other five were irrigated with distilled water + PUI (Group 6) working was control groups. The root canal was then dried and filled with CH. The specimens were individually kept in plastic vials containing distilled water (10mL) with a known pH. After 7, 15, and 21 days the pH from the specimens distilled water was verified. This values were recorded and compared by using ANOVA and Tukey's test was used to individuals comparisons ($\alpha=0.05$). No statistically significant difference was observed between the groups ($p=0.1224$). But it was observed among the different periods ($p<0.0001$). In the 15 and 21 days period was more OH⁻ diffusion when compared to the 7 days analysis. It was concluded that PUI did not influence on OH⁻ diffusion among radicular dentin.

KEYWORDS: EDTA, irrigation, cleaning, smear layer, NaOCl, ultrasound.

SUMÁRIO

1 ARTIGO.....	8
REFERÊNCIAS (ABNT).....	22
ANEXO A - CERTIFICADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS.....	27

1 ARTIGO

Efeito da irrigação passiva ultrassônica na difusão de íons hidroxila através da dentina radicular: estudo *ex vivo*

Cidade FH, Bortoluzzi EA

Department of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis,
Santa Catarina, Brazil

Artigo formatado segundo as diretrizes do Journal of Endodontics.

Introdução

O tratamento endodôntico de dentes despolpados visa eliminar a infecção do sistema de canais radiculares, e conseqüentemente criar condições para o reparo dos tecidos perirradiculares. O preparo do canal, por meio do uso criterioso dos instrumentos endodônticos e de irrigações com soluções antissépticas, é capaz de reduzir consideravelmente os microrganismos presentes na cavidade pulpar (BYSTRÖM, SUNDQVIST, 1981, 1983; BYSTRÖM, CLAEISSON, SUNDQVIST, 1985).

A complexa anatomia do sistema de canais radiculares e a presença de crateras de reabsorção na superfície externa da raiz dificultam a completa desinfecção, pois constituem locais de difícil acesso aos instrumentos e às soluções irrigadoras (BYSTRÖM et al., 1987). Por isso, o uso de uma medicação intracanal é de fundamental importância para a eliminação dos microrganismos que resistiram à instrumentação (TRONSTAD et al., 1981).

Com este intuito, o hidróxido de cálcio (HC), em forma de pasta, tem merecido especial atenção dos profissionais. Além de ser bem tolerado pelos tecidos e estimular a formação de tecido mineralizado (FAVA, SAUNDERS, 1999; LEONARDO et al., 2000), esse fármaco exerce reconhecida ação antimicrobiana, devido ao seu pH alcalino, de 12,5 (BYSTRÖM, CLAEISSON, SUNDQVIST, 1985; FAVA, SAUNDERS, 1999; LEONARDO et al., 2000). Seu alto pH pode, inclusive, resultar na hidrólise do lipolissacarídeo bacteriano (LPS) e na eliminação do seu efeito tóxico (SAFAVI, NICHOLS, 1993; BUCK et al., 2001; TANOMARU et al., 2003).

O mecanismo de ação do HC ocorre pela dissociação de seus componentes, íons cálcio (Ca^{2+}) e hidroxila (OH^-), os quais se difundem pela dentina através do sistema de canais e túbulos dentinários. Os íons OH^- promovem alterações no pH da dentina, alcalinizando-a e tornando o meio impróprio à sobrevivência da grande maioria dos microrganismos (TRONSTAD et al., 1981; WU et al., 1989; NERWICH, FIGDOR, MESSER, 1993; ESBERARD, CARNES, DEL RIO, 1996). Os íons Ca^{2+} desempenham um importante papel no mecanismo de formação de tecido mineralizado (TRONSTAD et al., 1981; HEIHERSAY, 1975). Além disso, o íon Ca^{2+} atua

como o cátion que limita a solubilidade do composto hidróxido, o que reduz a toxicidade do medicamento (GORDON, RANLY, BOYAN, 1985).

Entretanto, para o HC exercer seu efeito terapêutico, o canal radicular deve ser preenchido densa e homogênea em todo o comprimento de trabalho, além de estar limpo, modelado e seco (FELIPPE et al., 2009).

Observações realizadas com microscopia eletrônica de varredura, após o preparo de canais radiculares, evidenciaram a presença de uma camada de detritos sobre a superfície dentinária, composta por matéria orgânica e inorgânica: o *smear layer* ou lama dentinária (MADER, BAUMGARTNER, PETERS, 1984). Essa camada oblitera as entradas de canais laterais e dos túbulos dentinários. Assim, quando se deseja usar o HC como curativo intracanal, a remoção da lama se torna necessária para desobstruir os canais e os túbulos, e permitir a difusão dos íons cálcio e hidroxila através da dentina (FELIPPE et al., 2013).

A remoção da lama dentinária pode ser realizada por meio de diferentes protocolos de irrigação (TEIXEIRA, FELIPPE, FELIPPE, 2005; RÖDIG et al., 2010; ABARAJITHAN et al., 2011). Como ela apresenta debris de tecido calcificado, estaria indicado o uso de substâncias que sejam efetivas na remoção desses depósitos mineralizados. Com essa finalidade tem sido empregado o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), o ácido fosfórico e o ácido cítrico em diferentes concentrações (BAUMGARTNER et al., 1984; FELIPPE et al., 2009).

Como o EDTA é um agente quelante, efetivo na desmineralização da dentina, é esperada a sua capacidade de remover o componente mineral da lama dentinária, restando a dentina desmineralizada e a camada de matéria orgânica que remanescem sobre a superfície dentinária, as quais são dissolvidas pela irrigação final com hipoclorito de sódio (NaOCl) (TEIXEIRA, FELIPPE, FELIPPE, 2005; FELIPPE et al., 2013).

Visto que o EDTA e o NaOCl, quando utilizados isoladamente, não parecem ser efetivos na remoção simultânea de debris orgânicos e inorgânicos, torna-se razoável propor o uso sequencial dessas soluções. Por meio desse procedimento, temos a remoção da parte inorgânica da *smear layer* pelo EDTA e da parte orgânica pelo NaOCl. Criamos, assim, uma condição ideal de exposição de túbulos dentinários e canais laterais, que

possibilitará a difusão dos íons provenientes da pasta de HC (MADER, BAUMGARTNER, PETERS, 1984; TEIXEIRA, FELIPPE, FELIPPE, 2005).

O procedimento de irrigação é comumente realizado por técnicas que empregam seringas plásticas ou de vidro e agulhas metálicas para levar a solução até o canal radicular. Esta prática de irrigação pode variar em termos de composição e volume da solução irrigadora, tempo empregado e natureza da agitação realizada para ativar a solução. Revisões da literatura demonstram que a abordagem clássica resulta em uma irrigação menos efetiva, especialmente nas regiões de anastomoses entre canais e no terço apical. Dessa forma, diversos mecanismos e técnicas têm sido desenvolvidos para melhorar a penetração e a efetividade das soluções irrigadoras (HAAPASALO et al., 2010; GULABIVALA et al., 2010).

Uma delas, a agitação, parece contribuir com a efetividade da solução, pois a dispersa, e os debris são removidos das extremidades do canal. Existem diversos métodos para se realizar a agitação da solução irrigadora, dentre elas: agitação manual usando instrumentos endodônticos, agitação sônica e ultrassônica e por meio de instrumentos rotatórios específicos (GULABIVALA et al., 2010).

A irrigação ultrassônica passiva (IUP) consiste em ativar ultrassonicamente uma lima de diâmetro inferior ao diâmetro final do preparo apical dentro de um canal totalmente preenchido por solução irrigadora, garantindo que a lima não toque as paredes do canal. Trabalhos mostraram que ela torna a limpeza dos canais mais efetiva (VAN DER SLUIS et al., 2007; GU et al., 2009), e otimiza a remoção do *smear layer* e de debris dentinários da região apical (AHMAD, PITT FORD, CRUM, 1987).

Apesar de a literatura demonstrar a superioridade da utilização da IUP na remoção da *smear layer*, não existem trabalhos que a correlacionem com a melhor difusão de íons OH^- provenientes da pasta de HC. Diante destas premissas, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da IUP na difusão de íons OH^- provenientes da pasta de HC, através da dentina radicular.

Material e Métodos

O projeto deste trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (Protocolo n° 2437) (Anexo A).

Foram empregados 50 dentes de humanos, incisivos e pré-molares, superiores ou inferiores, com raízes retas ou levemente curvas, completamente formadas e canais únicos, extraídos por razões alheias a esta pesquisa, e cedidos pelo Banco de dentes da Universidade Federal de Santa Catarina. Os dentes foram mantidos em solução de formol 10% até o começo da pesquisa.

Previamente ao experimento, os dentes foram lavados com água destilada, numerados e colocados por 24 horas, em recipientes plásticos individuais preenchidos com 10 mL de água destilada.

Realizado o acesso ao canal, o comprimento de cada dente (CD) foi obtido introduzindo-se uma lima #10 até o forame apical. O preparo químico-mecânico foi realizado pela técnica escalonada 1 mm aquém do CD, com limas Flexofile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) executando movimentos de limagem. O stop apical foi confeccionado com dois instrumentos de calibre superior ao que se ajustou ao limite apical. A modelagem dos terços cervical e médio foi complementada com brocas Gates-Glidden (Dentsply) n^{os} 2 e 3. Os canais foram irrigados com 2 mL de NaOCl 1% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil) entre o uso de cada instrumento ou broca.

Concluída a modelagem, a superfície radicular externa foi riscada com lápis grafite para orientar a remoção da camada de cimento, a qual foi realizada com pontas diamantadas n° 2067 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) e curetas periodontais, tal procedimento foi realizado por 2 vezes. Para remover a *smear layer*, originada pelo desgaste com a broca, os dentes foram enxaguados com EDTA seguido por NaOCl, por 3 minutos cada.

A fim de neutralizar os resíduos dessas soluções, os canais foram irrigados com 10 mL de água destilada e os dentes enxaguados e mantidos imersos em recipientes plásticos, contendo outros 10 mL de água destilada por 24 horas.

Posteriormente, os dentes foram retirados da água, os canais foram secos com pontas de papel absorvente e a superfície das raízes com gaze.

Após a colocação de uma bolinha de algodão na câmara pulpar, as cavidades de acesso foram seladas com Citodur[®] (Dorident, Viena, Áustria). Em seguida, a região da junção amelocementária e aproximadamente 3 mm da porção apical de cada raiz foram recobertas com um adesivo de presa rápida (Araldite[®], Ciba-Geigy S.A., Taboão da Serra, SP, Brasil) (Figura 1). Depois da presa do adesivo, os dentes foram novamente lavados em água destilada e mantidos em novos frascos plásticos individuais por 7 dias, contendo novos 10 mL de água destilada (pH conhecido). Passado este período, foi efetuada a medição do pH da água contida nos frascos (pH Inicial).

Retirados novamente da água, e após a remoção do selamento coronal, os canais receberam os seguintes protocolos de irrigação:

Protocolos de irrigação

Grupo 1 (n=10) – os canais foram irrigados com 3 mL de solução de EDTA 17% (Merck, Darmstadt, Alemanha) por 3 min, seguidos de 3 mL de solução de NaOCl 1% (Asfer, São Caetano do Sul, SP, Brasil) por 3 min.

Grupo 2 (n=10) – os canais foram irrigados com 1,5 mL de solução de EDTA 17% por 1 min, sendo então submetidos a ativação passiva ultrassônica por 1 min, seguida por nova irrigação com 1,5 mL de EDTA 17% por 1 min. Ao final, foram irrigados com 3 mL de NaOCl 1% por 3 min.

Grupo 3 (n=10) – os canais foram irrigados com 3mL de solução de EDTA 17% por 3 min, seguidos de 1,5 mL de solução de NaOCl 1% por 1 min, sendo então submetidos a ativação passiva ultrassônica por 1 min, seguida por nova irrigação com 1,5 mL de NaOCl 1% por 1 min.

Grupo 4 (n=10) – a irrigação com EDTA 17% foi igual ao grupo 2, seguida pela irrigação com NaOCl 1% semelhante ao grupo 3, ou seja, ambas as soluções receberam ativação passiva ultrassônica.

Grupo 5 (controle positivo) (n=5) – os canais foram irrigados com 3,0 mL de água destilada por 3 min, seguida pela ativação passiva ultrassônica por 1 min, e por fim irrigação com 3,0 mL de água destilada por 1 min.

Grupo 6 (controle negativo) (n=5) – os canais foram irrigados com 6 mL de água destilada por 6 min, a fim de se manter a *smear layer*.

Todos os espécimes, após os protocolos de irrigação final, foram irrigados com 3 mL de água destilada, com intuito de remover possíveis resíduos das soluções.

Depois de secos com cones de papel absorvente, os canais foram preenchidos com pasta de hidróxido de cálcio (Calen, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), por meio de seringa plástica munida com agulha metálica e auxílio de uma espiral Lentulo (Dentsply) acionada a motor. Radiografias foram realizadas para verificar a qualidade do preenchimento. Quando foram observadas falhas, mais pasta foi levada aos canais até se obter a comprovação radiográfica de um preenchimento denso e homogêneo em toda extensão do canal. Em seguida, o selamento coronal foi realizado como anteriormente descrito (Figura 1). Depois de lavados em água destilada, os dentes foram devolvidos aos seus frascos plásticos, contendo 10 mL de água destilada de pH conhecido, ou seja, pH inicial.



FIGURA 1 – Desenho demonstrativo do preenchimento do canal radicular e do recobrimento do terço apical da superfície externa da raiz.

Decorridos 7 dias, foi realizada a primeira aferição do pH da água dos frascos, tal procedimento foi repetido aos 15 e 21 dias. Portanto, ao longo do experimento, foram realizadas 4 medidas de pH (inicial, aos 7, 15 e 21 dias) de cada uma das amostras.

Obtenção das medidas de pH e análise estatística

As medidas de pH foram realizadas com pH-metro (MICRONAL S.A. Modelo B-374) previamente calibrado com soluções padrões (pH 7,0 e 9,0). As medidas foram registradas após um período de 30 segundos de contato do eletrodo com a água dos frascos. Entre uma leitura e outra, o eletrodo foi lavado com água destilada.

Os valores de pH registrados foram submetidos à análise estatística pelos testes ANOVA 2 e Tukey (HSD), num nível de significância de 5%.

Resultados

As medidas de pH das amostras em cada um dos períodos foram agrupadas, e as medias submetidas ao teste ANOVA a fim de se observar o efeito dos diferentes procedimentos efetuados. As médias das medidas de pH das amostras de água dos diferentes grupos encontram-se expressos na Tabela 1. Os resultados indicam equivalência nos grupos ($p = 0,1224$) e na interação entre eles ($p = 0,9641$).

Tabela 1. Médias das medidas de pH das amostras de água dos diferentes grupos, registradas ao longo dos períodos experimentais.

Grupos	Períodos			
	Inicial	7 dias	15 dias	21 dias
G1	6,46	6,56	7,08	7,28
G2	6,62	7,06	7,47	8,33
G3	6,66	6,43	7,46	8,22
G4	6,60	7,17	7,68	7,91
G5 (controle)	6,62	6,47	6,96	7,32
G6 (controle)	6,47	6,27	7,01	7,91

Na figura 2, pode-se observar que os grupos 2 e 4 se destacaram ao final da primeira semana, sugerindo uma difusão mais rápida dos íons hidroxila para estes grupos.

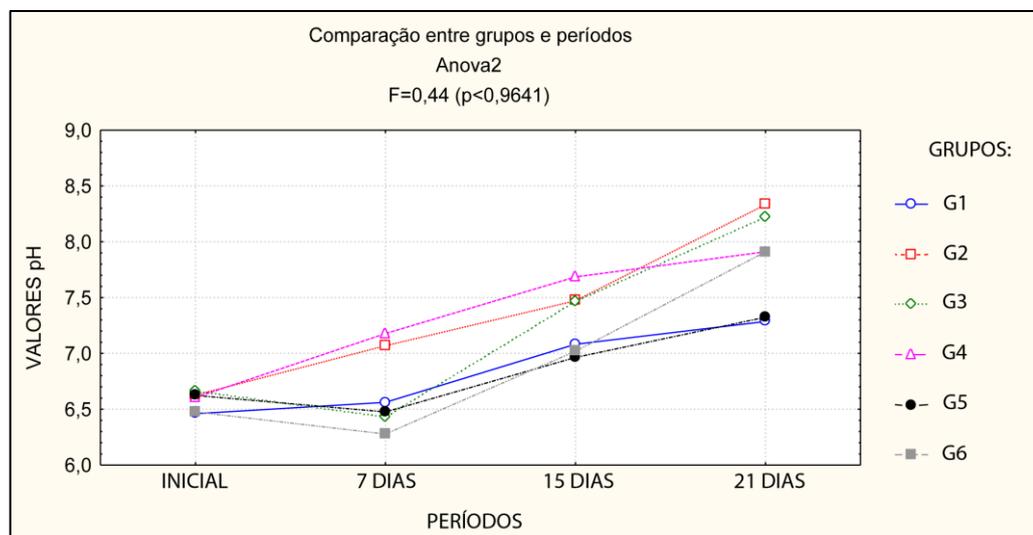


FIGURA 2. Gráfico com as médias das medidas de pH das amostras dos diferentes grupos obtidas nos períodos experimentais.

Partindo de um pH inicial médio, média geral dos grupos, de 6,58, após 7 dias de armazenamento em água, a média de pH foi elevada para 6,66; sem diferença estatística ($p > 0,05$). Após 15 e 21 dias da colocação do HC houve um aumento expressivo dos valores de pH da maioria das amostras, sendo a média desses períodos significativamente superiores à obtida nos períodos inicial e de 7 dias ($p < 0,0001$). No 21º dia a média dos valores de pH foi superior às apresentadas nos outros períodos, entretanto não houve diferença estatística entre os períodos de 15 e 21 dias.

Discussão

Durante os procedimentos de limpeza e modelagem do canal, uma camada de lama é formada sobre a superfície da dentina, bloqueando as entradas dos canais laterais e dos túbulos dentinários. Quando se deseja utilizar o HC como curativo intracanal, a remoção dessa lama se torna necessária para permitir que haja a difusão dos íons através da dentina. Comumente a remoção da lama é realizada com EDTA e NaOCl, conforme proposto por Teixeira, Felipe, Felipe (2005).

Atualmente, a irrigação ultrassônica passiva (IUP) vem sendo indicada para auxiliar a solução quelante (CHOPRA, MURRAY, NAMEROW, 2008; KUAH et al., 2009), o hipoclorito de sódio (CHOPRA, MURRAY, NAMEROW, 2008) ou ambos na remoção da *smear layer* (BLANK-GONCALVES et al., 2011). Ela consiste em ativar ultrassonicamente uma lima de diâmetro inferior ao diâmetro final do preparo apical em um canal totalmente preenchido por solução irrigadora, garantindo que a lima não toque as paredes do canal. Diversos autores mostraram, por meio de trabalhos científicos, que a IUP torna a limpeza dos canais mais efetiva (VAN DER SLUIS et al., 2007; GU et al., 2009), e otimiza a remoção da *smear layer* e de debris dentinários da região apical (AHMAD et al., 1987; LUI, KUAH, CHEN, 2007; KUAH et al., 2009; BLANK-GONCALVES et al., 2011; HOWARD et al., 2011; SABER SEL, HASHEM, 2011; JIANG et al., 2012; RIBEIRO et al., 2012).

Nos estudos supracitados, a microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi empregada para avaliar o grau de limpeza e desobstrução dos túbulos dentinários, proporcionada por diferentes protocolos de irrigação. Não foram encontrados na literatura trabalhos que correlacionem o emprego do ultrassom na irrigação final com a difusão de íons hidroxila através da dentina radicular, provenientes da pasta de HC usada como medicação intracanal. Os resultados deste trabalho mostraram que a IUP, durante a irrigação final, não influencia na difusão dos íons OH^- . Não houve diferença estatística na comparação entre os grupos experimentais.

É importante salientar, que no grupo 6 (controle negativo) não foi realizada irrigação final com EDTA e NaOCl, nem foi empregada a IUP, e a média dos valores de pH obtidos foram semelhantes aos demais grupos. Este achado também foi encontrado por outros autores, (WU et al., 1989; GALVAN et al., 1994; CHAMBERLAIN et al., 2009), que afirmaram que a camada de *smear layer* não impede a passagem de íons OH^- pela dentina radicular.

Entretanto, houve diferença estatística entre os períodos, concordando com os resultados de trabalhos clássicos descritos na literatura (TRONSTAD et al., 1981; NERWICH, FIGDOR, MESSER, 1993; ESBERARD, CARNES, DEL RIO, 1996). Quando a pasta de HC é empregada como curativo de demora, é necessário que permaneça intracanal por um período mínimo de 15 dias, para haver uma adequada alcalinização da dentina.

Os grupos onde a solução de EDTA foi agitada ultrassonicamente, G2 e G4 (Figura 2), destacaram-se dos demais por apresentarem uma rápida elevação do pH na primeira semana, aparentando maior difusão. Isto pode ter acontecido devido a *smear layer* ser constituída principalmente por matéria inorgânica (OZDEMIR et al., 2012), e como o EDTA é um quelante de cálcio, principal componente da lama, a sua ação é mais atuante. Contudo, estudos mostraram que a agitação ultrassônica somente do hipoclorito de sódio é suficiente para remover a *smear layer* (CHOPRA, MURRAY, NAMEROW, 2008). Entretanto, os resultados do presente experimento não são conclusivos sobre a questão.

Conclusões

A irrigação ultrassônica passiva não influenciou na difusão dos íons hidroxila, provenientes da pasta de HC, através da dentina radicular.

REFERÊNCIAS

1. Abarajithan M, Dham S, Velmurugan N, Valerian-Albuquerque D, Ballal S, Senthilkumar H. Comparison of Endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2011; 112: 407-11.
2. Ahmad M, Pitt Ford TJ, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod* 1987; 13: 490-9.
3. Blank-Goncalves LM, Nabeshima CK, Martins GH, Machado ME. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. *J Endod* 2011; 37: 1268-71.
4. Baumgartner JC, Brown CM, Mader CL, Peters DD, Shulman JD. A

- scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid. *J Endod* 1984; 10: 525-31.
5. Buck RA, Cai J, Eleazer PD, Staat RH, Hurst HE. Detoxification of endotoxin by endodontic irrigants and calcium hydroxide. *J Endod* 2001; 27: 325-7.
 6. Byström A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol* 1985; 1: 170-5.
 7. Byström A, Happonen RP, Sjögren U, Sundqvist G. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. *Endod Dent Traumatol* 1987; 3: 58-63.
 8. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983; 55: 307-12.
 9. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 1981; 89: 321-8.
 10. Chamberlain TM, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. pH changes in external root surface cavities after calcium hydroxide is placed at 1, 3 and 5 mm short of the radiographic apex. *Dent Traumatol* 2009; 25: 470-4.
 11. Chopra S, Murray PE, Namerow KN. A scanning electron microscopic evaluation of the effectiveness of the F-file versus ultrasonic activation of a K-file to remove smear layer. *J Endod* 2008; 34: 1243-5.
 12. Esberard RM, Carnes DL Jr, Del Rio CE. Changes in pH at the dentin surface in roots obturated with calcium hydroxide pastes. *J Endod* 1996; 22: 402-5.
 13. Fava LRG, Saunders WP. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. *Int Endod J* 1999; 32: 257-82.
 14. Felipe et al. *aprendENDO: teoria e prática*. Apostila, UFSC, 2009.
 15. Galvan DA, Ciarlone AE, Pashley DH, Kulid JC, Primack PD, Simpson

- MD. Effect of smear layer removal on the diffusion permeability of human roots. *J Endod* 1994; 20(2): 83-6
16. Gordon TM, Ranly DM, Boyan BD. The effects of calcium hydroxide on bovine pulp tissue: variations in pH and calcium concentration. *J Endod* 1985;11: 156-60.
 17. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*. 2009 Jun; 35(6): 791-804.
 18. Gulabivala K, Ng YL, Gilbertson M, Eames I. The fluid mechanics of root canal irrigation. *Physiol Meas* 2010; 3: R49-84.
 19. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am* 2010; 54: 291-312.
 20. Heihersay GS. Calcium hydroxide in the treatment of pulpless teeth with associated pathology. *J Br Endod Soc* 1975; 8: 74-93.
 21. Howard RK, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Yaccino JM. Comparison of debris removal with three different irrigation techniques. *J Endod*. 2011; 37: 1301-5.
 22. Jiang LM, Lak B, Eijsvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LW. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *J Endod*. 2012; 38: 838-41.
 23. Kuah HG, Lui JN, Tseng PS, Chen NN. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. *J Endod* 2009; 35: 393-6.
 24. Leonardo MR, Silva LAB, Tanomaru-Filho M, Bonifácio KC, Ito IY. In vitro evaluation of antimicrobial activity of sealers and pastes used in endodontics. *J Endod* 2000; 26: 391-4.
 25. Lui JN, Kuah HG, Chen NN. Effect of EDTA with and without surfactants or ultrasonics on removal of smear layer. *J Endod* 2007; 33: 472-5.
 26. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod* 1984; 10: 477-83.
 27. Nerwich A, Figdor D, Messer HH. pH Changes in root dentin over 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *J*

- Endod 1993; 19: 302-6.
28. Ozdemir HO, Buzoglu HD, Calt S, Cehreli ZC, Varol E, Temel A. Chemical and ultramorphologic effects of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite in young and old root canal dentin. *J Endod* 2012; 38: 204-8.
 29. Ribeiro EM, Silva-Sousa YT, Souza-Gabriel AE, Sousa-Neto MD, Lorencetti KT, Silva SR. Debris and smear removal in flattened root canals after use of different irrigant agitation protocols. *Microsc Res Tech* 2012; 75: 781-90.
 30. Rödiger T, Sedghi M, Konietschke F, Lange K, Ziebolz D, Hülsmann M. Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes. *Int Endod J* 2010; 43: 581-9.
 31. Saber Sel D, Hashem AA. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *J Endod* 2011; 37: 1272-5.
 32. Safavi KE, Nichols FC. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. *J Endod* 1993; 19: 76-8.
 33. Tanomaru JMG, Leonardo MR, Tanomaru-Filho M, Bonetti-Filho I, Silva LAB. Effect of different irrigation solutions and calcium hydroxide on bacterial LPS. *Int Endod J* 2003; 36: 733-9.
 34. Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. *Int Endod J* 2005; 38: 285-90.
 35. Tronstad L, Andreasen JO, Hasselgren G, Kristerson L, Riis I. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *J Endod* 1981; 7: 17-21.
 36. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* 2007; 40: 415-26.
 37. Wu J, Barfield RD, Lemons J, Lacefield W, Heaven T. Smear layer effect on dentin permeability following calcium hydroxide treatments. *J Endod* 1989; 15: 175.

2 REFERENCIAS (ABNT)

ABARAJITHAN, M. et al. Comparison of Endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.**, v. 112, n. 3, p. 407-411, Sep. 2011.

AHMAD, M.; PITT FORD, T.J.; CRUM, L.A. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. **J Endod.**, v. 13, n. 10, p 490-499, Oct. 1987.

BLANK-GONCALVES, L.M. et al. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. **J Endod.**, v. 37, n. 9, p. 1268-1271, Sep. 2011.

BAUMGARTNER, J.C. et al. A scanning electron microscopic evaluation of root canal debridement using saline, sodium hypochlorite, and citric acid. **J Endod.**, v. 10, n. 11, p. 525-531, Nov. 1984.

BUCK, R.A. et al. Detoxification of endotoxin by endodontic irrigants and calcium hydroxide. **J Endod.**, v. 27, n. 5, p. 325-327, May, 2001.

BYSTRÖM, A.; CLAEISSON, R.; SUNDQVIST, G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. **Endod Dent Traumatol.**, v. 1, n. 5, p. 170-175, Oct. 1985.

BYSTRÖM, A. et al. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. **Endod Dent Traumatol.**, v. 3, n. 2, p.58-63, Apr. 1987.

BYSTRÖM, A.; SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the effect of

0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.**, v. 55, n. 3, p. 307-312, Mar. 1983.

BYSTRÖM, A.; SUNDQVIST, G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. **Scand J Dent Res.**, v. 89, n. 4, p.321-328, Aug. 1981.

CHAMBERLAIN, T.M.; KIRKPATRICK, T.C.; RUTLEDGE, R.E. pH changes in external root surface cavities after calcium hydroxide is placed at 1, 3 and 5 mm short of the radiographic apex. **Dent Traumatol.**, v. 25, n. 5, p. 470-474, Oct. 2009.

CHOPRA, S.; MURRAY, P.E.; NAMEROW, K.N. A scanning electron microscopic evaluation of the effectiveness of the F-file versus ultrasonic activation of a K-file to remove smear layer. **J Endod.**, v. 34, n. 10, p. 1243-1245, Oct. 2008.

ESBERARD, R.M.; CARNES, D.L. Jr.; DEL RIO, C.E. Changes in pH at the dentin surface in roots obturated with calcium hydroxide pastes. **J Endod.**, v. 22, n. 8, p. 402-405, Aug. 1996.

FAVA, L.R.G.; SAUNDERS, W.P. Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. **Int Endod J.**, v. 32, n. 4, p. 257-282, Aug. 1999.

FELIPPE et al.; **aprendENDO: teoria e prática**. Apostila, UFSC, 2009.

GALVAN, D.A. et al. Effect of smear layer removal on the diffusion permeability of human root. **J. Endod.**, v. 20, n. 2, p. 83-86, Feb. 1994.

GORDON, T.M.; RANLY, D.M.; BOYAN, B.D. The effects of calcium

hydroxide on bovine pulp tissue: variations in pH and calcium concentration. **J Endod.**, v. 11, n. 4, p. 156-160, Apr. 1985.

GU, L.S. et al. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. **J Endod.**, v. 35, n. 6, p. 791-804, Jun. 2009.

GULABIVALA, K.; NG, Y.L.; GILBERTSON, M.; EAMES, I. The fluid mechanics of root canal irrigation. **Physiol Meas.**, v. 31, n. 12, p. 49-84, Dec. 2010.

HAAPASALO, M. et al. Irrigation in endodontics. **Dent Clin North Am.**, v. 54, n. 2, p. 291-312, Apr. 2010.

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

HOWARD, R.K. et al. Comparison of debris removal with three different irrigation techniques. **J Endod.**, v. 37, n. 9, p. 1301-1305, Sep. 2011.

JIANG, L.M. et al. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. **J Endod.**, v. 38, n. 6, p. 838-841, Jun. 2012.

KUAH, H.G. et al. The effect of EDTA with and without ultrasonics on removal of the smear layer. **J Endod.**, v. 35, n. 3, p. 393-396, Mar. 2009.

LEONARDO, M.R. et al. In vitro evaluation of antimicrobial activity of sealers and pastes used in endodontics. **J Endod.**, v. 26, n. 7, p. 391-394, Jul. 2000.

LUI, J.N.; KUAH, H.G.; CHEN, N.N. Effect of EDTA with and without

surfactants or ultrasonics on removal of smear layer. **J Endod.**, v. 33, n. 4, p. 472-475, Apr. 2007.

MADER, C.L.; BAUMGARTNER, J.C.; PETERS, D.D. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. **J Endod.**, v. 10, n. 10, p. 477-483, Oct. 1984.

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

OZDEMIR, H.O. et al. Chemical and ultramorphologic effects of ethylenediaminetetraacetic acid and sodium hypochlorite in young and old root canal dentin. **J Endod.**, v. 38, n. 2, p. 204-208, Feb. 2012.

RIBEIRO, E.M. et al. Debris and smear removal in flattened root canals after use of different irrigant agitation protocols. **Microsc Res Tech.**, v. 75, n. 6, p. 781-790, Jun. 2012.

RÖDIG, T. et al. Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes. **Int Endod J.**, v. 43, n. 7, p. 581-589, Jul. 2010.

SABER SEL, D.; HASHEM, A.A. Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. **J Endod.**, v. 37, n. 9, p. 1272-1275, Sep. 2011.

SAFAVI, K.E.; NICHOLS, F.C. Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide. **J Endod.**, v. 19, n. 2, p. 76-78, Feb. 1993.

TANOMARU, J.M.G. et al. Effect of different irrigation solutions and

calcium hydroxide on bacterial LPS. **Int Endod J.**, v. 36, n. 11, p. 733-739, Nov. 2003.

TEIXEIRA, C.S.; FELIPPE, M.C.; FELIPPE, W.T. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: an SEM analysis. **Int Endod J.**, v. 38, n. 5, p. 285-290, May. 2005.

TRONSTAD, L. et al. pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. **J Endod.**, v. 7, n. 1, p. 17-21, Jan. 1981.

VAN DER SLUIS, L.W. et al. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. **Int Endod J.**, v. 40, n. 6, p. 415-426, Jun. 2007.

WU, J. et al. Smear layer effect on dentin permeability following calcium hydroxide treatments. **J Endod.**, v. 15, n. 4, p. 175, Apr. 1989.

CERTIFICADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

Certificado

https://sistema.cep.ufsc.br/certificado/certificado.php?id_pesq...

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

CERTIFICADO Nº 2437

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instituído pela PORTARIA N.º 0584/GR.99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH, considerando o contido no Regimento Interno do CEPSH, **CERTIFICA** que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP.

APROVADO

PROCESSO: 2437 **FR:** 484667

TÍTULO: Efeito da irrigação passiva ultrassônica na difusão de ions hidroxila através da dentina radicular: estudo ex vivo.

AUTOR: Eduardo Antunes Bortoluzzi, Eduardo Antunes Bortoluzzi, Fernanda Helaine Cidade

FLORIANÓPOLIS, 13 de Dezembro de 2011.

Coordenador do CEPSH/UFSC