

FACULDADE FACSETE

**A IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA NA LIMPEZA E
DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES**

Christiano Ferraz Milagres

Belo Horizonte
2016

Christiano Ferraz Milagres

A IRRIGAÇÃO ULTRASSÔNICA PASSIVA NA LIMPEZA E DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES

Monografia apresentada à Faculdade Facsete,
como parte das exigências do curso de Pós-
Graduação em Endodontia para a obtenção do
título de Especialista em Endodontia.

Orientadora: Profa. Dra. Sonia Teresa de
Oliveira Lara Mendes.

Belo Horizonte
2016

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RESUMO

ABSTRACT

1-INTRODUÇÃO	6
2-METODOLOGIA	7
3-REVISÃO DE LITERATURA	8
3.1 SOLUÇÕES IRRIGADORAS	8
3.2 O ULTRASSOM NA ENDODONTIA E O SURGIMENTO DA PUI	9
3.3 A PUI NA REMOÇÃO DE <i>DEBRIS</i> DENTINÁRIOS E <i>SMEAR LAYER</i>	10
3.4 A PUI NA REMOÇÃO DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO E MATERIAL OBTURADOR	13
3.5 EFEITO DA PUI NA PENETRAÇÃO DA SOLUÇÃO IRRIGADORA	14
3.6 A PUI NA ELIMINAÇÃO DE MICRORGANISMOS	16
4 DISCUSSÃO	17
5 CONCLUSÃO	19
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SCR ----- Sistema de canais radiculares

NaOCl ----- Hipoclorito de sódio

EDTA ----- Ácido etilenodiaminotetracético

CHX ----- Clorexidina

PUI ----- Irrigação ultrassônica passiva

MEV ----- Microscopia eletrônica de varredura

CT ----- Comprimento de trabalho

Ca(OH)₂ --- Hidróxido de cálcio

RESUMO

O tratamento endodôntico visa promover a limpeza, formatação e obturação do sistema de canais radiculares para a obtenção e manutenção da saúde dos tecidos periapicais. Porém, sua completa limpeza e desinfecção torna-se um desafio devido a sua complexidade anatômica. Por isso, tem-se sugerido o emprego de novos métodos de agitação das soluções irrigadoras, sendo um deles a Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI). O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura para estudar os efeitos da PUI na desinfecção e limpeza do SCR. Foram utilizados 15 artigos referentes ao tema obtidos através de busca na base de dados Medline via PubMed. A PUI se mostrou ser um excelente auxiliar na limpeza e desinfecção do SCR. Sua inclusão no protocolo do tratamento deve ser considerada na tentativa de elevar as taxas de sucesso da terapia endodôntica.

Palavras-chave: Irrigação ultrassônica passiva, PUI, irrigação, *smear layer*, remoção de *debris*.

ABSTRACT

The endodontic treatment aims to promote clean, shaping and filling of the root canal system for obtaining and maintaining the health of periapical tissues. However, a full cleaning and disinfection of the root canal becomes a challenge because of the anatomical complexity of the root canal system. Therefore, it has been suggested new methods of agitation of the irrigants, one being Passive Ultrasonic Irrigation (PUI). The aim of this study is achieve a literature review to verify the effects of PUI in disinfection and cleaning the root canal. Fifteen articles on the topic were obtained by searching the Medline database via PubMed. The PUI proved to be an excellent assist in cleaning and disinfection of the root canal system. The inclusion of PUI in the treatment protocol should be considered in order to increase the success of endodontic therapy rates.

Keywords: Passive Ultrasonic Irrigation, PUI, irrigation, *smear layer*, *debris* removal.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo do tratamento endodôntico é a limpeza, formatação e obturação do Sistema de canais radiculares (SCR) de maneira hermética e tridimensional (SCHILDER, 1974).

A terapia endodôntica promove a remoção do tecido pulpar vital ou necrótico, microrganismos e seus produtos do SCR utilizando-se de procedimentos que irão manter a saúde dos tecidos periapicais (VIOLICH & CHANDLER, 2010; SOMMA *et al.*, 2011).

Para que o sucesso do tratamento endodôntico seja alcançado, o preparo mecânico-químico do SCR constitui um passo de extrema importância. Essa etapa consiste na ação mecânica dos instrumentos e na ação química e também mecânica das soluções irrigadoras. A irrigação é um complemento indispensável para que a terapia endodôntica seja bem sucedida. Muitos agentes químicos têm sido usados como auxiliares no preparo do canal com o objetivo de lubrificar, dissolver matéria orgânica e inorgânica, remover detritos e ter ação antimicrobiana (STOCK, 1996).

Porém, a completa limpeza e desinfecção do SCR torna-se um desafio devido a sua complexidade anatômica. O grande número de ramificações e irregularidades favorece o acúmulo de *smear layer* e raspas de dentina podendo prejudicar a obturação do canal radicular (VIOLICH & CHANDLER, 2010; SOMMA *et al.*, 2011). Além disso, independente do sistema de instrumentação utilizado para o preparo mecânico do SCR, seja ele manual ou mecanizado, cerca de 35% ou mais da área de superfície dos canais radiculares permanece intocada após o preparo, reforçando novamente a importância da irrigação para o sucesso do tratamento endodôntico (PETERS *et al.*, 2001).

Atualmente, a solução irrigadora mais utilizada é o hipoclorito de sódio (NaOCl) em diferentes concentrações por sua ação bactericida e solvente de matéria orgânica. Além dele, o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) tem sido usado como auxiliar na remoção de *smear layer*. O uso adicional da clorexidina (CHX) tem sido sugerido em alguns casos devido à sua substantividade (PEREIRA, 2009).

Além da irrigação convencional que utiliza agulha e seringa, nos últimos anos outros métodos para irrigação e agitação do irrigante no canal radicular tem sido desenvolvidos, principalmente para a irrigação final (GU LI-SHA *et al.*, 2009). Um deles é a Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI), que utiliza um instrumento de pequeno calibre colocado e ativado ultrassonicamente no centro de um canal radicular previamente preparado para produzir ondas acústicas (AHMAD *et al.*, 1987).

Atualmente, devido aos novos sistemas de instrumentação disponíveis no mercado, o tempo necessário para a formatação do canal radicular se tornou reduzido e, com isso, a permanência da solução irrigadora no SCR também diminuiu (LOPES *et al.*, 2004). Assim, a utilização do PUI como parte do protocolo do tratamento endodôntico poderia atuar como um potencial auxiliar no processo de limpeza e desinfecção dos canais radiculares, tendendo a elevar os índices de sucesso do tratamento (HUQUE *et al.*, 1998; PLOTINO *et al.*, 2007).

A PUI ainda é considerada pouco conhecida e utilizada por clínicos e endodontistas no cotidiano, apesar de ser de extrema importância. Fazem-se necessários novos estudos e uma ampla leitura acerca deste assunto. Por isso, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura para estudar os efeitos da PUI na desinfecção e limpeza do SCR.

2 METODOLOGIA

A pesquisa dos trabalhos foi realizada através dos seguintes descritores: “PUI” e “Passive Ultrasonic Irrigation” usando os termos booleanos “AND” e “OR”. Foram feitas buscas na base de dados Medline via PubMed. Foram encontrados 1244 artigos, sendo que 15 foram selecionados por melhor se adequarem ao tema de estudo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SOLUÇÕES IRRIGADORAS

Dentre as soluções atualmente disponíveis, o NaOCl é a solução mais empregada como auxiliar da instrumentação dos canais radiculares (WEST & ROANE, 2000) devido a sua eficiente ação antibacteriana e de dissolução de tecidos orgânicos. As concentrações variam de 0,5% a 5,25% (STOCK, 1996). Possui um pH alcalino, baixa tensão superficial e apresenta excelente ação solvente sobre tecidos vivos, necróticos e fixados (YANG *et al.*, 1995). A clorexidina vem sendo utilizada como solução irrigadora devido à sua atividade antimicrobiana, baixa citotoxicidade e por apresentar substantividade, permitindo um tempo de ação prolongado (LOPES *et al.*, 2004). Porém, não apresenta ação solvente de tecido orgânico, devendo ser empregada quando o único requisito é a atividade antimicrobiana (NAENNI *et al.*, 2004). O uso do EDTA tem sido proposto devido à sua ação quelante e por ser um auxiliar na remoção da porção inorgânica da *smear layer* (NYGAARD-OSTBY, 1957). É recomendado a utilização combinada do NaOCl e EDTA por este não apresentar atividade antimicrobiana (MARENDING *et al.*, 2007).

Carson *et al.* (2005) avaliaram a atividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio 6% e 3%, clorexidina 0,12% e 0,01% e doxíciclina (um antimicrobiano isômero da tetraciclina) 0,01% e 0,005% sobre quatro microrganismos comumente associados a infecções endodônticas primárias: *Peptostreptococcus micros*, *Prevotella intermedia*, *Streptococcus sanguis* e *Lactobacillus acidophilus*. Para isso, as bactérias foram cultivadas em placas contendo seus respectivos substratos e, posteriormente, discos com as soluções testadas eram colocadas em contato com os microrganismos. Observou-se que a solução de doxíciclina nas concentrações testadas apresentou uma maior inibição de *Peptostreptococcus micros*, *Prevotella intermedia* e *Streptococcus sanguis*, enquanto que a solução de NaOCl 6% foi a solução mais efetiva contra *Lactobacillus acidophilus*. Já a solução de clorexidina 0,12% foi a que obteve menor inibição de crescimento para todos os microrganismos testados. Apesar da boa atividade antimicrobiana apresentada pela doxíciclina e clorexidina, os autores consideraram o NaOCl 6% como sendo a solução de primeira escolha

para a irrigação de canais radiculares, devido ao fato de o mesmo ser, dentre as soluções testadas, a que apresenta propriedade de dissolução de matéria orgânica.

Zou *et al.* (2010) avaliaram *in vivo* os efeitos da concentração, tempo de exposição e temperatura na penetração do NaOCl nos túbulos dentinários de dentes humanos. Para isso foram utilizados dentes unirradiculares retos, que tiveram suas coroas e o terço apical removidos. Depois disso, as raízes foram instrumentadas e, em seguida, coradas com cristal violeta. Os dentes foram então imersos em soluções de NaOCl em concentrações de 1,2,4 e 6% por 2, 5 e 20min nas temperaturas de 20, 37 e 45°C. As amostras foram então avaliadas em microscópio óptico e observou-se que as maiores penetrações foram obtidas na concentração de 6%, por 20min a 37 e 45°C. Esses resultados mostraram que temperatura, tempo e concentração desempenham um papel determinante na profundidade de penetração do irrigante nos túbulos dentinários, sendo que os melhores resultados foram obtidos quando esses fatores estavam presentes simultaneamente, sugerindo um efeito aditivo.

3.2 O ULTRASSOM NA ENDODONTIA E O SURGIMENTO DA PUI

Dispositivos ultrassônicos foram introduzidos pela primeira vez em Endodontia por Richman em 1957 através da ideia de que um instrumento ativado ultrassonicamente teria a capacidade de preparar o canal radicular mecanicamente quando recebe oscilações que variam entre 25–30 kHz (WALMSLEY, 1987; WALMSLEY & WILLIAMS, 1989). Porém, esta técnica não se mostrou eficiente devido à dificuldade de se controlar o corte da dentina e a forma do canal radicular durante o preparo ultrassônico, aumentando em grande quantidade o número de perfurações apicais e irregularidades (STOCK, 1991; LUMLEY *et al.*, 1992).

Por outro lado, dispositivos ultrassônicos tem se mostrado eficientes em melhorar a etapa de irrigação dos canais radiculares (WELLER *et al.*, 1980; AHMAD *et al.*, 1987). Então, nos últimos anos tem-se sugerido o uso da ativação do irrigante por meio de vibração ultrassônica para melhorar a limpeza e desinfecção do SCR (MARTIN, 1976; LEE *et al.*, 2004).

A Irrigação Ultrassônica Passiva foi primeiramente descrita por Weller *et al.* em 1980. O termo “passiva”, embora não descreva adequadamente o processo (pois se trata de uma ativação), se refere à atuação não cortante do instrumento ativado ultrassonicamente. A base da PUI consiste na transmissão de energia acústica, através de um instrumento ou ponta ultrassônica específica, para o irrigante no interior do canal radicular. Essa energia é propagada então por meio de ondas ultrassônicas induzindo a formação de ondas acústicas e cavitação no irrigante (AHMAD *et al.*, 1987; AHMAD *et al.*, 1988; LUMLEY *et al.*, 1991; AHMAD *et al.*, 1992; ROY *et al.*, 1994).

A cavitação pode ser definida como a criação de inúmeras bolhas e sua contração, expansão e/ou distorção de bolhas pré-existentes (chamadas de núcleos) no líquido irrigante (LEIGHTON, 1994).

Uma vez o canal radicular estando completamente preparado (independentemente da técnica de instrumentação usada), um pequeno instrumento ou ponta de ultrassom (tamanho #15, por exemplo) é introduzido no centro do canal radicular preenchido com uma solução irrigadora. Esse instrumento é então ativado ultrassonicamente, vibrando o irrigante. Uma vez que o canal radicular já foi preparado, o instrumento pode se mover livremente e o irrigante tem condições de penetrar com mais facilidade no terço apical do SCR (KRELL *et al.*, 1988) e o efeito de limpeza será então potencializado (AHMAD *et al.*, 1987,1988,1992; LUMLEY *et al.*, 1991; ROY *et al.*, 1994). Ao se utilizar essa metodologia, o potencial de se criar iatrogenias (perfurações, desvios e etc.) no canal radicular é mínimo (AHMAD *et al.*, 1987).

3.3 A PUI NA REMOÇÃO DE *DEBRIS* DENTINÁRIOS E *SMEAR LAYER*

A *smear layer* consiste em tecido orgânico e inorgânico, fragmentos de processos odontoblásticos, microrganismos e seus produtos e material necrótico (VIOLICH & CHANDLER, 2009; GULABIVALA *et al.*, 2005). Sua remoção é essencial para uma completa limpeza e desinfecção do SCR (TORABINEJAD *et al.*, 2002). Do contrário, impedirá a penetração da medicação intracanal nos túbulos dentinários e influencia

a adaptação dos materiais obturadores às paredes dos canais (ØRSTAVIK & HAAPASALO, 1990; SHAHRAVAN *et al.*, 2007).

van der Sluis *et al.* (2010) avaliaram a influência dos ciclos de renovação/ativação do hipoclorito de sódio 2 e 10%, água gaseificada e água destilada na remoção de *debris* de dentina do canal radicular. Em caninos humanos previamente instrumentados, criaram-se sulcos padronizados que foram preenchidos com raspas de dentina. As amostras foram divididas em grupos combinando as soluções testadas com PUI e irrigação convencional com seringa. Foi observado que os grupos onde foram utilizadas a PUI tiveram maior remoção de *debris* dentinários. Tais resultados foram relacionados aos fenômenos de ondas acústicas e cavitação gerados durante a ativação ultrassônica. Além disso, o hipoclorito de sódio foi a solução em que se obteve um melhor padrão de limpeza, devido a uma maior formação de bolhas quando comparada às demais. Quanto aos ciclos de renovação/ativação, houve melhor remoção de *debris* de dentina quando três ciclos de 20 segundos eram realizados, sugerindo um efeito cumulativo dos mesmos.

Paqué *et al.* (2010) avaliaram *in vitro*, através de microtomografia computadorizada, a remoção de *debris* de dentina de canais mesiais de molares inferiores humanos após procedimentos sequenciais de irrigação. Os dentes, após instrumentação, foram submetidos à irrigação com hipoclorito de sódio e EDTA e, em seguida ativação do NaOCl através da PUI. Após cada uma das etapas foram feitas imagens digitalizadas das amostras. Observou-se que a utilização de NaOCl seguida de EDTA e PUI, gerou uma maior remoção de raspas de dentina dos canais, embora não tenham conseguido remover completamente os *debris*.

Mozo *et al.* (2013) compararam a habilidade de diferentes procedimentos de irrigação ativados ultrassonicamente em eliminar *debris* e realizar a abertura de túbulos dentinários. Para isso foram utilizados pré-molares humanos extraídos instrumentados e divididos em 4 grupos de acordo com o sistema de irrigação: NaOCl 2,5% sem agitação; NaOCl 2,5% com PUI e Irrisafe (Acteon, Merignac, France) 20.00, NaOCl 2,5% com PUI e Irrisafe 25.00 e NaOCl 2,5% com PUI e lima tipo K #25. A quantidade de *debris* e o número de túbulos dentinários abertos foram avaliados a partir de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os grupos que

usaram Irrisafe tiveram uma maior remoção de *debris* e um maior número de túbulos dentinários abertos no terço apical, não havendo diferença estatisticamente significativa quando o terço médio foi considerado.

Justo *et al.* (2014) avaliaram *in vitro* a efetividade dos protocolos de irrigação final com soro fisiológico, NaOCl 2,5% e clorexidina 2% com e sem PUI na remoção de *debris* de irregularidades criadas em canais radiculares. Foram utilizados dentes bovinos previamente instrumentados, que continham um sulco preenchido com raspas de dentina. Após serem submetidos aos protocolos de irrigação, foram feitas imagens em MEV e as mesmas avaliadas por dois examinadores. Os melhores resultados foram obtidos nos grupos em que foi usado PUI, porém não houve influência dos irrigantes utilizados na quantidade de *debris* removidos.

Andrabi *et al.* (2014) avaliaram, *in vitro*, o efeito da PUI e da agitação manual da solução irrigadora na remoção da *smear layer* de canais radiculares. Foram utilizados dentes humanos extraídos que, após terem seus canais preparados, foram divididos em 3 grupos: NaOCl 3% e EDTA sem agitação; NaOCl 3% e EDTA agitados através do PUI e NaOCl 3% e EDTA agitados através de um cone de guta-percha ProTaper F4 (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) no comprimento de trabalho (CT) com movimentos de “vai e vem”. Os dentes tiveram suas raízes seccionadas e imagens foram feitas através de MEV. Os resultados mostraram que as duas formas de ativação avaliadas removeram quantidades semelhantes de *smear layer*, sendo que a agitação manual do cone de guta-percha se mostrou um método mais seguro, simples e de menor custo.

Um outro método de irrigação atualmente disponível no mercado é o sistema EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA). Possui uma ponta de irrigação/aspiração com a função de lançar o irrigante na câmara e remover o excesso para prevenir o sobre-fluxo. A macrocânula é plástica com uma abertura final e atua promovendo sucção do fluido nos 2/3 iniciais do canal. A microcânula é de aço inoxidável e possui pequenos orifícios laterais e extremidade fechada promovendo a sucção do irrigante no terço apical. Esse sistema gera pressão negativa e facilita o fluxo apical do irrigante com mínima extrusão (NIELSEN & BAUMGARTNER, 2007).

Freire *et al.* (2015) avaliaram a capacidade de remoção de *debris* de dentina e a sua influência na obturação de canais curvos quando se usa duas formas diferentes

de irrigação: Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI) e EndoVac (EV). Para isso, molares humanos extraídos foram instrumentados e divididos em dois grupos: grupo PUI e grupo EndoVac. Os métodos de irrigação foram realizados e os dentes obturados pela técnica de ondas contínuas de condensação. Imagens de microtomografia computadorizada foram realizadas em 4 momentos: antes e após a instrumentação, após os métodos de irrigação e após a obturação dos canais radiculares. PUI e EndoVac mostraram a mesma efetividade na remoção de *debris* e as técnicas de irrigação não resultaram em diferença na qualidade de obturação dos canais radiculares.

3.4 A PUI NA REMOÇÃO DO HIDRÓXIDO DE CÁLCIO E MATERIAL OBTURADOR

Durante o retratamento endodôntico, a remoção completa de todo o material obturador pré-existente é imprescindível porque pode conter microrganismos que irão interferir na efetiva distribuição da solução irrigadora e impedir a adaptação da nova obturação (BEASLEY *et al.*, 2013).

Canevago *et al.* (2014) avaliaram a eficácia do xileno e PUI na remoção de material obturador durante o retratamento endodôntico de canais mesiais de molares inferiores. Foram usados dentes (com canais mesiais unidos por istmo e com forame único) previamente instrumentados e obturados com cones de guta-percha e cimento na técnica da compactação vertical. Esses dentes foram submetidos a 3 passos sequenciais de remoção de material obturador: (1) remoção da obturação do canal radicular e alargamento mecânico com xileno e limas manuais e rotatórias, (2) irrigação com xileno e secagem com pontas de papel e (3) PUI com hipoclorito de sódio. Após cada passo foram realizadas digitalizações de microtomografia computadorizada e as mesmas usadas para análise através de um software. Os resultados mostraram que não foi possível remover todo o material obturador, porém o emprego do PUI e xileno melhoraram essa remoção quando se compara com o método mecânico.

O uso do hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2) como medicação intracanal tem sido recomendado, principalmente em canais necrosados com lesão perirradicular

(BYSTROM *et al.*, 1985) por ser um potente antimicrobiano, solvente de tecidos e por degradar lipopolissacarídeos (SJÖGREN *et al.*, 1991; HASSELGREN *et al.*, 1988; SAFAVI & NICHOLS, 1993). Sua completa remoção antes dos procedimentos de obturação é de fundamental importância, pois o Ca(OH)_2 remanescente influencia a adesão do cimento obturador à dentina (WINDLEY, 2003) e dificulta a sua penetração nos túbulos dentinários (CALT, 1999), além de reagir quimicamente com o cimento afetando o selamento hermético da obturação (CALISKAN, 1998). Porém, essa remoção é um desafio porque ele pode se acumular nas irregularidades e ramificações do SCR, que são áreas inacessíveis aos procedimentos de irrigação convencional (VAN DER SLUIS, 2007).

Um dispositivo sônico ativado que foi recentemente introduzido para melhorar a fase da irrigação é o EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK), uma peça de mão que possui três pontas plásticas flexíveis de diferentes tamanhos de ponta e conicidades (RUDDLE, 2007). Esse sistema tem mostrado irrigar com mais eficiência canais laterais e a região do comprimento de trabalho (DE GREGORIO *et al.*, 2009).

Wiseman *et al.* (2011) compararam a eficácia da remoção de hidróxido de cálcio através da ativação sônica e ultrassônica. Foram usados canais mesiais de molares inferiores humanos extraídos, instrumentados e preenchidos com a medicação. Metade das amostras foi submetida ao protocolo de irrigação sônico usando o EndoActivator e a outra metade ao de irrigação ultrassônica, ambos associados à instrumentação prévia com lima rotatória. Os dentes foram digitalizados por microtomografia computadorizada para avaliar o volume e porcentagem do curativo após os procedimentos de irrigação/ativação. Nenhum dos métodos testados foi capaz de remover totalmente o Ca(OH)_2 do interior dos canais. A combinação da instrumentação rotatória e ativação ultrassônica resultou em maior remoção da medicação que a ativação sônica.

3.5 EFEITO DA PUI NA PENETRAÇÃO DA SOLUÇÃO IRRIGADORA

A penetração da solução irrigadora no terço apical do SCR em quantidade e concentração suficientes é fundamental uma vez que, nessa área há uma maior

incidência de ramificações, deltas apicais e irregularidades onde microrganismos podem sobreviver (NAIR *et al.*, 2005; RICUCCI & SIQUEIRA, 2010). Essa penetração depende da anatomia do canal, da técnica usada, do volume de solução, da instrumentação e das características físico-químicas do irrigante (VERA *et al.*, 2011). Atualmente, há controvérsias em relação à eficácia dos métodos de irrigação em levar a solução irrigadora até o comprimento de trabalho, principalmente em canais curvos (MERINO *et al.*, 2013).

Vera *et al.* (2011) avaliaram, *in vivo*, o efeito da manutenção da patência apical na penetração do NaOCl no terço apical de canais radiculares quando se realiza PUI. Para isso, foram utilizados dentes humanos instrumentados e irrigados com solução de contraste e NaOCl. Após cada etapa da formatação, uma tomada radiográfica digital era realizada para a análise da penetração da solução irrigadora. Os dentes foram divididos em dois grupos. Em um deles, durante a formatação era realizada a patência apical com uma lima k #10 1mm além do forame. No outro, a patência apical não foi realizada. As imagens digitais foram avaliadas por examinadores calibrados, e constatou-se melhor penetração apical do NaOCl quando a patência apical foi mantida e a solução ativada ultrassonicamente.

Munoz & Camacho-Cuadra (2012) avaliaram *in vivo* a eficácia de três diferentes métodos de irrigação em levar solução irrigadora ao terço apical de canais mesiais de molares inferiores. Os dentes foram divididos em três grupos: irrigação convencional com agulha e seringa, PUI e EndoVac. Após instrumentação, os canais foram preenchidos com meio de contraste, submetidos aos protocolos de irrigação e posteriormente radiografados para medição da distância entre o comprimento de trabalho (CT) e a máxima penetração do irrigante. As menores distâncias foram alcançadas com PUI e EndoVac, concluindo-se que estes sistemas são mais efetivos que a irrigação convencional.

Merino *et al.*, (2013) avaliaram, *in vitro*, a penetração de NaOCl até o CT de canais méso-vestibulares de molares inferiores humanos extraídos. Os canais, divididos em dois grupos, foram formatados e ora finalizados com instrumento 30.04, ora com 30.08. Após o preparo, os canais foram irrigados com solução de NaOCl com contraste. Metade das amostras de cada grupo foi ativada com dispositivo sônico (EndoActivator) e a outra metade com Irrigação Ultrassônica Passiva. Os

resultados foram obtidos a partir da sobreposição das radiografias realizadas após a instrumentação e após a ativação. O PUI resultou em maior penetração do irrigante, porém o aumento da conicidade do preparo não levou a uma melhora nos resultados.

Llena *et al.* (2014) avaliaram a penetração máxima e a porcentagem de penetração em túbulos dentinários de três soluções irrigadoras ativadas por PUI na irrigação final. Foram usados pré-molares humanos extraídos, previamente instrumentados e divididos aleatoriamente em 3 grupos. No grupo A foi usado NaOCl a 5,25%, no B, clorexidina a 2% e no C (controle), solução salina. Nos três grupos, as soluções, adicionadas de solução contraste, foram submetidas a três agitações de 20 segundos ativadas por ultrassom. As raízes foram cortadas na transversal em três diferentes níveis: apical, médio e coronário; e examinadas através de microscópio de varredura a laser confocal. Imagens foram armazenadas e avaliadas por dois examinadores. Em todos os grupos, a maior profundidade e porcentagem de penetração foram observadas no terço coronário. No terço apical, os melhores resultados foram alcançados nos grupos A e B, sendo que não houve diferença significativa entre eles. O PUI mostrou penetração similar de NaOCl e clorexidina nos túbulos dentinários.

3.6 A PUI NA ELIMINAÇÃO DE MICRORGANISMOS

Bactérias e seus produtos são considerados os principais agentes etiológicos das lesões periapicais (SUNDQVIST, 1976; KAKEHASHI *et al.*, 1965). O tratamento endodôntico visa a eliminação destes microrganismos com consequente reparação da região periapical. Algumas bactérias possuem resistência ao tratamento endodôntico, como a *Enterococcus faecalis* (GRÜNDLING *et al.*, 2011). Além disso, devido ao pequeno diâmetro do canal e suas ramificações, a penetração do irrigante até o terço apical torna-se um desafio (HUQUE *et al.*, 1998; PLOTINO *et al.*, 2007).

Gründling *et al.* (2011) avaliaram *in vitro* os efeitos da agitação do NaOCl e do EDTA com ultrassom em canais radiculares infectados com *Enterococcus faecalis*. Foram utilizados dentes bovinos previamente contaminados em laboratório submetidos a três diferentes métodos de irrigação: Irrigação convencional com

NaOCl e EDTA; PUI e água destilada e PUI com NaOCl. O crescimento bacteriano foi avaliado a partir de Microscopia Eletrônica de Varredura e testes microbiológicos. O ultrassom mostrou ser efetivo em eliminar as bactérias, pois no grupo em que ele foi usado com água destilada, ocorreu redução significativa do microrganismo. Porém não houve diferença entre os grupos que usaram NaOCl com e sem PUI, mostrando que o maior responsável pela eliminação das bactérias é o irrigante.

4 DISCUSSÃO

O preparo químico-mecânico do SCR visa deixá-lo apto para os procedimentos subsequentes de obturação (GROSSMAN, 1943). O objetivo consiste em tornar o canal radicular o mais limpo possível para que haja um selamento adequado prevenindo assim a sobrevivência de microrganismos, reinfecção e reações inflamatórias no hospedeiro (SCHILDER, 1974). Porém, o SCR é altamente complexo, prejudicando os procedimentos de limpeza e desinfecção (JUSTO *et al.*, 2014). A presença de istmos, deltas apicais, canais acessórios e irregularidades anatômicas podem conter *debris*, tecido pulpar necrótico, microrganismos e seus produtos que irão contribuir para a persistência de periodontites apicais (WU & WESSELINK, 2001; PAQUÉ *et al.*, 2010).

As soluções irrigadoras são utilizadas para auxiliar na limpeza e desinfecção desse complexo ambiente. O emprego das mesmas tem por objetivo remover tecido pulpar, microrganismos, *smear layer*, *debris*, neutralizar endotoxinas e lubrificar as paredes dos canais, além de realizar a desinfecção em áreas inacessíveis aos instrumentos (ZEHNDER, 2006).

Carson *et al.* (2005) concluíram que o hipoclorito de sódio é a melhor opção devido a sua eficaz ação antimicrobiana e solvente de matéria orgânica e que uma maior concentração leva a uma potencialização dessas propriedades. Além disso, uma irrigação final com clorexidina foi recomendada por possuir substantividade, podendo agir por até 21 dias.

Em relação à penetração do NaOCl nos túbulos dentinários, Zou *et al.* (2010) observaram que o aumento na concentração não influenciou nos resultados, ao

contrário do tempo de exposição. Maiores temperaturas apenas potencializaram os efeitos antimicrobianos e de dissolução de tecido orgânico.

Diversas técnicas e dispositivos para irrigação tem sido desenvolvidos para melhorar a limpeza e desinfecção do SCR (MANCINI *et al.*, 2013; KAMEL & KATAIA, 2014). Dentre elas, a Irrigação Ultrassônica Passiva tem sido descrita como uma excelente auxiliar no processo de irrigação final (PLOTINO *et al.*, 2007).

Em um estudo de van der Sluis *et al.* (2010), no grupo de dentes submetidos à PUI houve uma maior remoção de *debris* dentinários, principalmente quando o NaOCl foi utilizado. Além disso, os melhores resultados foram obtidos quando três ciclos de renovação/ativação da solução irrigadora foram realizados, sugerindo um efeito cumulativo. Esses resultados estão de acordo com os de Justo *et al.* (2014), no qual obteve-se maior remoção de *debris* nos grupos em que a PUI foi usada, porém o tipo de solução utilizada não influenciou nos resultados. Entretanto, Freire *et al.* (2015) observaram resultados semelhantes entre PUI e EndoVac, sendo que ambos mostraram-se eficazes na remoção de *debris*. A utilização de NaOCl seguida de EDTA e PUI gerou uma maior remoção de raspas de dentina se comparadas com a irrigação com agulha e seringa, embora não tenha sido possível sua completa remoção (PAQUÉ *et al.*, 2011).

Quando se compara a eficácia da PUI e da agitação manual na remoção de *smear layer*, Andrabi *et al.* (2014) mostraram que as duas técnicas foram igualmente eficazes e defenderam o uso da agitação manual por ser um método mais seguro, simples e de menor custo. Em contrapartida, Mozo *et al.* (2013) obtiveram melhores resultados nos grupos em que a PUI foi utilizada, além de obter um maior número de túbulos dentinários abertos no terço apical.

Tendo em vista a importância da remoção de materiais obturadores (em casos de retratamento) e medicação intracanal do interior do SCR, uma série de produtos e técnicas tem sido desenvolvidas para auxiliar nessa tarefa (BEASLEY *et al.*, 2013; NANDINI *et al.*, 2006; LAMBRIANIDIS *et al.*, 1999; KENEE *et al.*, 2006; VAN DER SLUIS *et al.*, 2007; SALGADO *et al.*, 2009). Quanto a remoção de hidróxido de cálcio, Kenée *et al.* (2006) e van der Sluis *et al.* (2007) concluíram que a PUI foi mais efetiva que a irrigação convencional com seringa e agulha. Esses resultados estão de acordo com o de Wiseman *et al.* (2011). Em relação à remoção de material

obturador, além do uso de solventes (GLUSKIN *et al.*, 2008), o uso do ultrassom no retratamento foi sugerido por Friedman *et al.* (1993). No entanto, o uso da PUI para esse fim foi melhor elucidado no estudo de Canevago *et al.* (2014), que concluíram que o emprego da Irrigação Ultrassônica Passiva associado ao xileno (solução solvente) melhorou essa remoção.

Algumas técnicas de agitação, tal como a PUI, podem ajudar a solução irrigadora alcançar o terço apical além das irregularidades do SCR (JIANG *et al.*, 2011; ADCOCK *et al.*, 2011; VAN DER SLUIS *et al.*, 2010; GUTARTS *et al.*, 2005; AHMAD *et al.*, 1998; DE GREGORIO *et al.*, 2009; PARAGLIOLA *et al.*, 2010). No estudo de Vera *et al.* (2011) houve melhor penetração apical quando o NaOCl foi ativado ultrassonicamente. Resultados semelhantes foram obtidos por Munoz & Camacho-Cuadra (2012) e Merino *et al.* (2013) em que o emprego da PUI resultou em maior penetração do irrigante até o CT. Llena *et al.* (2014) avaliaram a penetração da solução irrigadora nos túbulos dentinários e mostraram que a PUI alcançou melhores resultados.

O ultrassom mostrou ser efetivo na eliminação de microrganismos do SCR, segundo Gründling *et al.* (2011), porém o maior responsável por essa ação é o NaOCl por suas propriedades antimicrobianas.

5 CONCLUSÃO

A Irrigação Ultrassônica Passiva em endodontia tem mostrado ser um excelente auxiliar na limpeza e desinfecção do SCR. Mais estudos devem ser encorajados para se estabelecer um protocolo definido da técnica de utilização da PUI. Sua inclusão no protocolo do tratamento deve ser considerada na tentativa de elevar as taxas de sucesso da terapia endodôntica.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ADCOCK, J. M.; SIDOW, S. J.; LOONEY, S. W.; LIU, Y.; MCNALLY, N. K.; LINDSEY, K.; TAY, F. R. **Histologic evaluation of canal and isthmus debridement efficacies of two different irrigant delivery techniques in a closed system.** Journal of Endodontics, v.37, n.4, p.544-548, abr. 2011.
- 2- AHMAD, M.; PITT FORD, T. R.; CRUM, L. A.; WALTON, A. J. **Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance.** Journal of Endodontics, v.14, n.10, p.486-493, out. 1998.
- 3- AHMAD, M.; PITT FORD, T.R.; CRUM, L.A. **Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved.** Journal of Endodontics, v.13, n.3, p.93-101, mar. 1987.
- 4- AHMAD, M.; ROY, R. A.; KAMARUDIN, A. G. **Observations of acoustic streaming fields around an oscillating ultrasonic file.** Endodontics & dental traumatology, v.8, n.5, p.189-194, out. 1992.
- 5- ANDRABI, SM.; KUMAR, A.; ZIA, A.; IFTEKHAR, H.; ALAM, S.; SIDDIQUI, S. **Effect of passive ultrasonic irrigation and manual dynamic irrigation on smear layer removal from root canals in a closed apex in vitro model.** Journal of Investigative and Clinical Dentistry, v.5, n.3, p.188-193, ago. 2014.
- 6- BEASLEY, R. T.; WILLIAMSON, A. E.; JUSTMAN, B. C.; QIAN, F. **Time required to remove guttacre, thermafil plus, and thermoplasticized gutta percha from moderately curved root canals with protaper files.** Journal of Endodontics, v.39, n.1, p.125-128, jan. 2013.
- 7- BYSTROM, A.; SUNDQVIST, G. **The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy.** International Endodontic Journal, v.18, n.1, p.35-40, jan. 1985.

- 8- CALISKAN, M. K.; TÜRKÜN, M.; TÜRKÜN, L. S. **Effect of calcium hydroxide as an intracanal dressing on apical leakage.** International Endodontic Journal, v.31, n.3, p.173-177, maio 1998.
- 9- CALT, S.; SERPER, A. **Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide.** Journal of Endodontics, v.25, n.6, p.431-433, jun. 1999.
- 10- CARSON, R. C.; GOODELL, G. G.; MCCLANAHAN, S. B. **Comparison of the antimicrobial activity of six irrigants on primary endodontic pathogens.** Journal of Endodontics, v. 6, n. 31, p.471-473, jun. 2005.
- 11- CAVENAGO, B. C.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; DUARTE, M.A.; DEL CARPIO-PEROCHENA, A. E.; VILLAS-BÔAS, M. H.; MARCIANO, M. A.; BRAMANTE, C. M.; MORAES, I. G. **Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth.** International Endodontic Journal, v.47, n.11, p.1078-1083, nov. 2014.
- 12- DE GREGORIO, C.; ESTEVEZ, R.; CISNEROS, R.; HEILBORN, C.; COHENCA, N. **Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study.** Journal of Endodontics, v.35, n.6, p.891-895, jun. 2009.
- 13- FREIRE, L. G.; IGLECIAS, E. F.; CUNHA, R. S.; DOS SANTOS, M.; GAVINI, G. **Micro-computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals.** Journal of Endodontics, v.41, n.10, p.1660-1666, out. 2015.
- 14- FRIEDMAN, S.; MOSHONOV, J.; TROPE, M. **Residue of guttapercha and a glass ionomer cement sealer following root canal retreatment.** International Endodontic Journal, v.26, n.3, p. 169-172, maio 1993.

- 15- GLUSKIN, A. H.; PETERS, C. I.; WONG, R. D. M.; RUDDLE, C. J. **Retreatment of non-healing endodontic therapy and management of mishaps.** Ingle's Endodontics Six, v.12, n.6, p. 1088-1161, ago. 2008.
- 16- GRÜNDLING, G. L.; ZECHIN, J. G.; JARDIM, W. M.; DE OLIVEIRA, S. D.; DE FIGUEIREDO, J. A. **Effect of Ultrasonics on Enterococcus faecalis Biofilm in a Bovine Tooth Model.** Journal of Endodontics, v.37, n.8, p. 1128-1133, ago. 2011.
- 17- GU, L. S.; KIM, J. R.; LING, J.; CHOI, K. K.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. **Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices.** Journal of Endodontics, v.35, n.6, p. 791-804, jun. 2009.
- 18- GULABIVALA, K.; PATEL, B.; EVANS, G.; NG, Y. L. **Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces.** Endodontic Topics, v.10, n.3, p. 103-122, mar. 2005.
- 19- GUTARTS, R.; NUSSTEIN, J.; READER, A.; BECK, M. **In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars.** Journal of Endodontics, v.31, n.3, p. 166-170, mar. 2005.
- 20- HASSELGREN, G.; OLSSON, B.; CVEK, M. **Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue.** Journal of Endodontics, v.14, n.3, p. 125-127, mar. 1988.
- 21- HUQUE, J., KOTA, K., YAMAGA, M., IWAKU, M., HOSHINO, E. **Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite.** International Endodontic Journal, v.31, n.4, p. 242-250, jul. 1998.
- 22- JIANG, L. M.; VERHAAGEN, B.; VERSLUIS, M.; LANGEDIJK, J., WESSELINK, P.; VAN DER SLUIS, L. W. **The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation.** Journal of Endodontics, v.37, n.5, p. 688- 692, maio 2011.

- 23- JUSTO, A. M.; ABRREU D. R. R.; SANTINI, M. F.; CARDOSO F. M. B.; PEREIRA, J. R.; HÚNGARO D. M. A.; REIS, S. M. V. **Effectiveness of Final Irrigant Protocols for Debris Removal from Simulated Canal Irregularities.** Journal of Endodontics, v.40, n.12, p. 2009-2014, dez. 2014.
- 24- KAMEL, W. H.; KATAIA, E. M. **Comparison of the Efficacy of Smear Clear with and without a Canal Brush in Smear Layer and Debris Removal from Instrumented Root Canal Using WaveOne versus ProTaper: A Scanning Electron Microscopic Study.** Journal of Endodontics, v.40, n.3, p. 446-450, mar. 2014.
- 25- KAKEHASHI, S., STANLEY, H. R., FITZGERALD, R. J. **The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol, v.20, n.2, p. 340-349, set. 1965.
- 26- KENEE, D. M.; ALLEMANG, J. D.; JOHNSON, J. D.; HELLSTEIN, J.; NICHOL, B. K. **A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques.** Journal of Endodontics, v.32, n.6, p. 563-565, jun. 2006.
- 27- KRELL, K. V.; JOHNSON, R. J.; MADISON, S. **Irrigation patterns during ultrasonic canal instrumentation.** Journal of Endodontics, v.14, n.2, p. 65-68, fev. 1988.
- 28- KRELL, K. V.; JOHNSON, R. J. **Irrigation patterns of ultrasonic endodontic files. Part II. Diamond-coated files.** Journal of Endodontics v.14, n.11, p. 535-537, nov. 1988.
- 29- LAMBRIANIDIS, T.; MARGELOS, J.; BELTES, P. **Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal.** Journal of Endodontics, v.25, n.2, p. 85-88, fev. 1999.

- 30- LEE, S. J.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. **The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonic to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls.** International Endodontic Journal, v.37, n.10, p. 672-678, out. 2004.
- 31- LEIGHTON, T. G. **The acoustic bubble.** New York, 1994.
- 32- LLENA, C.; FORNER, L.; CAMBRALLA, R.; LOZANO, A. **Effect of three different irrigation solutions applied by passive ultrasonic irrigation.** Restorative Dentistry & Endodontics, v.40, n.2, p. 143-148, maio 2014.
- 33- LOPES, H.P., SIQUEIRA JÚNIOR, J.F., ELIAS, C.N. **Substâncias químicas empregadas no preparo dos canais radiculares.** In: LOPES, H.P., SIQUEIRA JUNIOR, J.F. Endodontia: biologia e técnica. 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2004, p. 535-579.
- 34- LUMLEY, P. J.; WALMSLEY, A. D.; WALTON, R. E.; RIPPIN, J. W. **Effect of precurving endosonic files on the amount of debris and smear layer remaining in curved root canals.** Journal of Endodontics, v.18, n.12, p. 616-619, dez. 1992.
- 35- LUMLEY, P. J.; WALMSLEY, A. D.; LAIRD, W. R. **Streaming patterns produced around endosonic files.** International Endodontic Journal, v.24, n.6. p. 290-297, nov. 1991.
- 36- MANCINI, M.; CERRONI, L.; IORIO, L.; ARMELLIN, E.; CONTE, G.; CIANCONI, L. **Smear Layer Removal and Canal Cleanliness Using Different Irrigation Systems (EndoActivator, EndoVac, and Passive Ultrasonic Irrigation): Field Emission Scanning Electron Microscopic Evaluation in an *In Vitro* Study,** v.39, n.11, p. 1456-1460, nov. 2013.
- 37- MARENDING, M.; PAQUÉ, F.; FISCHER, J.; ZEHNDER, M. **Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin.** Journal of Endodontics, v.33, n.11, p. 1325-1328, nov, 2007.

- 38- MARTIN, H. **Ultrasonic disinfection of the root canal.** Oral surgery, oral medicine, and oral pathology, v.42, n.1, p. 92-99, jul. 1976.
- 39- MERINO, A; ESTEVEZ, R.; DE GREGORIO, C.; COHENCA, N. **The effect of different taper preparations on the ability of sonic and passive ultrasonic irrigation to reach the working length in curved canals.** International Endodontic Journal, v.46, n.5, p. 427-433, maio 2013.
- 40- MOZO, S.; LLENA, C.; CHIEFFI, N.; FORNER, L.; FERRARI, M. **Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in improving elimination of smear layer and opening dentinal tubules.** Journal of clinical and experimental dentistry, v.6, n.1, p. 47-52, fev.2014.
- 41- MUNOZ, H. R.; CAMACHO-CUADRA, K. **In Vivo Efficacy of Three Different Endodontic Irrigation Systems for Irrigant Delivery to Working Length of Mesial Canals of Mandibular Molars.** Journal of Endodontics, v.38, n.4, p. 445-448, abr. 2012.
- 42- NAENNI, N., THOMA, K., ZEHNDER, M. **Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants.** Journal of Endodontics, v.30, n.11, p. 785-787, nov. 2004.
- 43- NAIR, P. N; HENRY, S.; CANO, V.; VERA, J. **Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, v.99, n.2, p. 231-252, fev. 2005.
- 44- NANDINI, S.; VELMURUGAN, N.; KANDASWAMY, D. **Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study.** Journal of Endodontics, v.32, n.11, p. 1097-1101, nov. 2006.

- 45- NIELSEN, B. A.; CRAIQ BAUMGARTNER, J. **Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals.** Journal of Endodontics, v.33, n.5, p. 611-615, maio 2007.
- 46- NYGAARD-OSTBY, B. **Chelation in root canal therapy: ethylenediaminetetraacetic acid for cleansing and widening of root canals.** Odontol Tidskr, v.65, n.3, p. 3-11, jan 1957.
- 47- ØRSTAVIK, D.; HAAPASALO, M. **Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules.** Endodontics & dental traumatology, v.6, n.4, p. 142-149, ago. 1990.
- 48- PAQUÉ, F.; BALMER, M.; ATTIN, T.; PETERS O. A. **Preparation of Oval-shaped Root Canals in Mandibular Molars Using Nickel-Titanium Rotary Instruments: A Micro-computed Tomography Study.** Journal of Endodontics, v.36, n.4, p. 703-707, abr. 2010.
- 49- PAQUÉ, F.; BOESSLER C.; ZEHNDER, M. **Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps.** International Endodontic Journal, v.44, n.2, p. 148-153, fev. 2011.
- 50- PARAGLIOLA, R.; FRANCO, V.; FABIANI, C.; MAZZONI, A.; NATO, F.; TAY, F. R.; BRESCHI, L.; GRANDINI, S. **Final rinse optimization: influence of different agitation protocols.** Journal of Endodontics, v.36, n.2, p. 282-285, fev. 2010.
- 51- PEREIRA, Érika Sales Joviano. **Avaliação da limpeza da superfície dentinária de canais radiculares de molares após utilização de diferentes sistemas de irrigação.** 111 f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Univesidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

- 52- PLOTINO, G., PAMEIJER, C., H., GRANDE, N., M., SOMMA, F. **Ultrasonics in endodontics: a review of the literature.** Journal of Endodontics, v.33, n.2, p. 81-95, fev. 2007.
- 53- ROY, R. A.; AHMAD, M.; CRUM, L. A. **Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file.** International Endodontic Journal, v.27, n.4, p. 197-207, jul. 1994.
- 54- RUDDLE, C. J. **Hydrodynamic disinfection.** Dentistry Today, v.26, n.5, p. 110-112, 2007.
- 55- SAFAVI, K. E.; NICHOLS, F. C. **Effect of calcium hydroxide on bacterial lipopolysaccharide.** Journal of Endodontics, v.19, n.2, p. 76-78, fev. 1993.
- 56- SALGADO, R. J.; MOURA-NETTO, C.; YAMAZAKI, A. K.; CARDOSO, L. N.; DE MOURA, A. A.; PROKOPOWITSCH, I. **Comparison of different irrigants on calcium hydroxide medication removal: microscopic cleanliness evaluation.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, v.107, n.4, p. 580-584, abr. 2009.
- 57- SCHILDER, H. **Cleaning and shaping the root canal.** Dental clinics of North America, v.18, n.2, p. 269-296, abr. 1974.
- 58- SHAHRAVAN, A.; HAGHDOOST, A. A.; ADL, A.; RAHIMI, H.; SHADIFAR, F. **Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis.** Journal of Endodontics, v.33, n.2, p. 96-105, fev. 2007.
- 59- SJÖGREN, U.; FIGDOR, D.; SPANGBERG, L.; SUNDQVIST, G. **The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing.** International Endodontic Journal, v.24, n.3, p. 119-125, maio 1991.
- 60- SOMMA, F.; CRETELLA, G.; CAROTENUTO, M.; PECCI, R.; BEDINI, R.; DE BIASI, M.; ANGERAME, D. **Quality of thermoplasticized and single point**

- root fillings assessed by micro-computed tomography.** International Endodontic Journal, v.44, n.4, p. 362-369, abr. 2011.
- 61- SUNDQVIST, G. **Bacteriological studies of necrotic dental pulps.** 101 f. Tese – University of Umea, Suécia, 1976.
- 62- STOCK, C. J. **Atlas Colorido e Texto de Endodontia.** 2.ed. Rio de Janeiro: Artes Médicas, 1996. 291p.
- 63- _____. **Current status of the use of ultrasound in endodontics.** International Dental Journal, v.41, n.3, p. 175-182, jun. 1991.
- 64- TONABINEJAD, M.; HANDYSIDES, R.; KHADEMI, A. A.; BAKLAND, L. K. **Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review.** v.94, n.6, p. 658-666, dez. 2002.
- 65- VAN DER SLUIS, L. W. M.; VERSLUIS, M.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. **Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature.** International Endodontic Journal, v.40, n.6, p. 415-426, jun. 2007.
- 66- _____. **Study on the Influence of Refreshment/Activation Cycles and Irrigants on Mechanical Cleaning Efficiency During Ultrasonic Activation of the Irrigant.** Journal of Endodontics, v.36, n.4, p. 737-740, abr. 2010.
- 67- VERA, J.; ARIAS, A.; ROMERO, M. **Effect of Maintaining Apical Patency on Irrigant Penetration into the Apical Third of Root Canals When Using Passive Ultrasonic Irrigation: An In Vivo Study.** Journal of Endodontics, v.37, n.9, p. 1276-1278, set. 2011.
- 68- VIOLICH, D.R.; CHANDLER, N.P. **The smear layer in endodontics: a review.** International Endodontic Journal, v.43, n.1, p. 2-15, jan. 2010.
- 69- WALMSLEY, A. D. **Ultrasound and root canal treatment: the need for scientific evaluation.** International Endodontic Journal, v.20, n.3, p. 105-111, maio 1987.

- 70- WALMSLEY, A. D.; WILLIAMS, A. R. **Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files.** Journal of Endodontics, v.15, n.5, p. 189-194, maio 1989.
- 71- WELLER, R. N.; BRADY, J. M.; BERNIER, W. E. **Efficacy of ultrasonic cleaning.** Journal of Endodontics, v.6, n.9, p. 740-743, set. 1980.
- 72- WEST, J.D.; ROANE, J.B. **Limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares.** In: COHEN, S.; BURNS, R.C. *Caminhos da Polpa*. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. Cap.8, p. 191-242.
- 73- WINDLEY, W. 3RD; RITTER, A.; TROPE, M. **The effect of short-term calcium hydroxide treatment on dentin bond strengths to composite resin.** Dent Traumatol, v.19, n.2, p. 79-84, abr. 2003
- 74- WISEMAN, A.; COX, T. C.; PARANIPE, A.; FLAKE, N. M.; COHENCA, N.; JOHNSON, J. D. **Efficacy of Sonic and Ultrasonic Activation for Removal of Calcium Hydroxide from Mesial Canals of Mandibular Molars: A Microtomographic Study.** Journal of Endodontics, v.37, n.2, p. 235-238, fev. 2011.
- 75- WU, M. K.; WESSELINK, P. R. **A primary observation on the preparation and obturation of oval canals.** International Endodontic Journal, v.34, n.2, p. 137-141, jul. 2001.
- 76- YANG, S.F., RIVERA, E.M., BAUMGARDNER, K.R., WALTON, R.E., STANFORD, C. **Anaerobic tissue dissolving abilities of calcium hydroxide and sodium hypochlorite.** Journal of Endodontics, v.12, n.6, p. 613-616, dez. 1995.
- 77- ZEHNDER, M. **Root Canal Irrigants.** Journal of Endodontics, v.32, n.5, p. 389-398, maio 2006.

78- ZOU, Ling *et al.* **Penetration of Sodium Hypochlorite into Dentin.** Journal of Endodontics, v.35, n.6, p. 793-796, maio 2010.