



Portaria MEC 299/2011 - D.O.U. 25/03/2011
Portaria MEC 033/2014 - D.O.U. 29/01/2014

FACULDADE SETE LAGOAS

GRAZIELLY SILVA CODOGNA TORCATO

COMPARAÇÃO DA IRRIGAÇÃO CONVENCIONAL, IRRIGAÇÃO PASSIVA ULTRASSÔNICA E EASY CLEAN: REVISÃO DE LITERATURA

MARÍLIA/SP
2019

GRAZIELLY SILVA CODOGNA TORCATO

**COMPARAÇÃO DA IRRIGAÇÃO CONVENCIONAL, IRRIGAÇÃO PASSIVA
ULTRASSÔNICA E EASY CLEAN: REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao curso de Especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas como requisito parcial para conclusão do Curso de Especialização em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Murilo Alcalde

MARÍLIA/SP
2019

TORCATO, Grazielly Silva Codogna. Comparação da Irrigação Convencional, Irrigação Passiva Ultrassônica e Easy Clean: revisão de literatura / Grazielly Silva Codogna Torcato. – 2019. 20f.; il. Orientador: Prof. Dr. Murilo Alcalde. Monografia (especialização) – Faculdade Sete Lagoas. Marília, 2019.

1.Easy Clean. 2.Endodontia. 3.Irrigação Passiva. 4.Irrigação Ultrassônica. I. Orientador: Prof. Dr. Murilo Alcalde. Comparação da Irrigação Convencional, Irrigação Passiva Ultrassônica e Easy Clean: revisão de literatura. II. Murilo Alcalde.

Monografia intitulada “Comparação da Irrigação Convencional, Irrigação Passiva Ultrassônica e Easy Clean: revisão de literatura”, de autoria do aluno Grazielly Silva Codogna Torcato aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Murilo Alcalde (Orientador)

Marília/SP, ____ de _____ de 2019.

RESUMO

A agitação da solução irrigadora apresenta um efeito positivo na limpeza e antissepsia dos canais radiculares. O objetivo desta revisão foi realizar um levantamento bibliográfico sobre a irrigação convencional, irrigação passiva ultrassônica e *easy clean* na agitação da solução irrigadora nos canais radiculares. Para isso, uma busca em PubMed foi conduzida em artigos recentes e embasamentos antigos, a fim de analisar os diferentes métodos de irrigação presentes e sua efetividade diante do objetivo da endodontia em promover a maior limpeza possível dos canais radiculares. A pesquisa demonstrou que a irrigação convencional apresenta um efeito limitado quando comparados com *Easy Clean* em rotação contínua e recíproca e agitação ultrassônica passiva. No entanto, não há até o momento um protocolo considerado ideal e que uma limpeza completa dos canais radiculares.

Palavras chave: Easy Clean. Endodontia. Irrigação Passiva. Irrigação Ultrassônica.

ABSTRACT

Agitation of the irrigation solution has a positive effect on root canal cleansing and antisepsis. The objective of this review was to perform a bibliographic survey on conventional irrigation, passive ultrasonic irrigation and easy clean irrigation solution agitation in the root canals. To do this, a search in PubMed was conducted in recent articles and ancient basements, in order to analyze the different irrigation methods present and their effectiveness in view of the endodontic goal in promoting the greatest possible cleaning of the root canals. Research has shown that conventional irrigation has a limited effect when compared to Easy Clean in continuous and reciprocating rotation and passive ultrasonic agitation. However, there is so far no protocol considered ideal and that a thorough cleaning of the root canals.

Keywords: Easy Clean. Endodontics. Passive Irrigation. Ultrasonic Irrigation.

SUMÁRIO

1 Introdução.....	8
2 Revisão de Literatura.....	10
2.1 Irrigação Convencional.....	10
2.2 Irrigação Ultrassônica.....	11
2.3 Easy Clean.....	12
3 Discussão de Resultados.....	14
Conclusão.....	16
Referências.....	17

1 Introdução

O preparo biomecânico é uma etapa fundamental do tratamento endodôntico, visando a desinfecção e a modelagem dos canais radiculares, favorecendo a etapa da obturação. Este processo caracteriza-se pela associação da instrumentação e da irrigação, tornando-o a limpeza dos canais radiculares mais eficazes (LEONARDO, 2005).

A instrumentação tem a finalidade promover a conicidade e a limpeza mecânica das paredes dos canais radiculares, por meio dos instrumentos manuais ou mecanizados. Já a irrigação possui ação físico-química, visando ação antimicrobiana; dissolução de matéria orgânica, lubrificação do canal e suspensão de detritos oriundos da instrumentação (SIQUEIRA; LOPES, 2015), promovendo uma melhor antissepsia do sistema de canais radiculares (SJOGREN et al., 1997; WU; WESSELINK, 2001; SIQUIERA; LOPES, 2015).

A irrigação possui papel fundamental na limpeza das paredes dentinárias não tocadas pelos instrumentos endodônticos (HAAPASALO et al., 2014). As complexidades anatômicas, como: ramificações, delta apical, istmos e achatamentos, são pobremente debridadas pelos instrumentos endodôntico, alojando debris dentinários e micro-organismos (RICUCCI; SIQUEIRA, 2010; VERA et al., 2012). Portanto, torna-se evidente a necessidade de otimizar a irrigação, visando a limpeza das complexidades anatômicas (SIQUEIRA, 2001; HAAPASALO et al., 2014).

A solução de hipoclorito de sódio é a substância irrigadora mais utilizada e indicada para realização do tratamento endodôntico, pois apresenta alta atividade antimicrobiana, dissolução de matéria orgânica e baixa tensão superficial (GORDON et al., 1981; CHEUNG; STOCK, 1993; TIRALI et al., 2013). Adicionalmente, pode apresentar uma otimização de suas propriedades quando aquecida ou agitada por algum método de irrigação (STOJICIC et al., 2010).

A irrigação convencional é caracterizada por uma pressão apical positiva de um agente irrigante por meio de uma agulha acoplada em seringa. O fluxo da

solução irrigadora promove uma movimentação do irrigante. Embora esse método de irrigação seja ainda o mais utilizado, este apresenta um efeito limitado na região apical (VERSIANI et al., 2015). Por isso, novos métodos de agitação da solução irrigadora têm sido propostos com o intuito de otimizar a etapa da irrigação, favorecendo uma efetividade da antissepsia do sistema de canais radiculares.

Recentemente um novo método de irrigação foi desenvolvido denominado *Easy Clean*, trata-se de um instrumento de plástico com diâmetro 25 mm e conicidade 0,04 mm, semelhante à uma lima mecanizada, porém com aspecto semelhante a uma asa de avião. Este é acoplado à um motor e ativado de modo rotatório ou recíprocante com o objetivo de promover a movimentação da solução irrigadora no interior do canal radicular. Alguns estudos têm demonstrado resultados similares a agitação ultrassônica e superiores à irrigação convencional (KATO et al., 2016; DUQUE et al., 2017; PRADO et al., 2017; CESÁRIO et al., 2018).

Tendo em vista a importância deste da irrigação para o sucesso do tratamento endodôntico, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão sobre eficácia do *Easy Clean* em comparação aos outros métodos de irrigação.

2 Revisão de Literatura

Os instrumentos endodônticos não promovem uma limpeza satisfatória nas áreas de complexidades anatômicas (WU et al., 2003; HAAPASALO et al., 2014; ZHAO et al., 2014), permanecendo micro-organismos e debris dentinários (RECHENBERG; PAQUÉ, 2013; TOPCU et al., 2014). Por isso, a ação física e química da irrigação apresenta um papel fundamental durante a instrumentação dos canais radiculares (STEWART, 1955; GUITERREZ; GARCIA, 1968; CHOW, 1983; LI; DU; ZHU 2005; PETERS O; PETERS C, 2006; HUANG; GULABILAVA; NG, 2008; YILMAZ et al., 2017). Tendo em vista as limitações da técnica convencional de irrigação, tem se buscado algum método complementar para promover uma limpeza mais eficiente do sistema de canais radiculares. (GU et al., 2009; HAAPASALO et al., 2014; THOMAS et al., 2014; URBAN et al., 2017).

2.1 Irrigação Convencional

A irrigação convencional é à aquela realizada por meio de agulha acoplada em seringa, posicionada no interior do canal radicular e realizado movimentos axiais. Esta técnica torna-se mais eficaz quando realizada com uma agulha/cânula de menor calibre e com saída lateral (CHOW, 1983; GROSSMAN, 1943; FALK; SEDGLEY, 2005). Esta técnica deve ser realizada com cautela para evitar a extrusão de materiais via ápice e provocar complicações pós-operatórias (RAM, 1977).

Durante a irrigação com hipoclorito de sódio há formação de bolhas no interior do canal radicular, fenômeno conhecido como vapor-lock (PESSE et al., 2005). Este efeito não permite que a solução irrigadora escoe para região apical, comprometendo a limpeza (PESSE et al., 2005). Afim de se minimizar este efeito, sugere-se que a solução irrigadora seja movimentada utilizando um cone de gutapercha ou um instrumento manual para estourar essas bolhas (MACHTOU, 1980).

Embora seja a técnica mais empregada, possui um efeito limitado na região apical. Versiani et al. (2014) demonstrou que as paredes dentinárias da região apical ficam não tocadas pelo irrigante mesmo quando os canais são dilatados até um instrumento de diâmetro 40 mm.

2.2 Irrigação Ultrassônica

O uso do ultrassom na endodontia foi introduzido por Richman em 1957, quando testou-se para instrumentação e irrigação dos canais radiculares. Seus resultados foram promissores e seus efeitos explorados nas diversas etapas do tratamento endodôntico. Entretanto, apenas em 1976 com Martin, tentou aplicá-lo para o processo de desinfecção dos canais radiculares.

O ultrassom trabalha com frequências imperceptíveis para os ouvidos humanos (25-40 Khz), mas com amplitude de movimento das pontas menor que a dos dispositivos sônicos (WALMSLEY; WILLIAMS, 1989). A agitação do irrigante com uma ponta ultrassônica aumenta o efeito hidrodinâmico na remoção de materiais contaminados sobre a superfície (AHMAD et al., 1987; VERHAAGEN et al., 2012). Durante a agitação ocorre a formação de bolhas neste líquido, efeito conhecido por cavitação (AHMAD et al., 1987; 1988). Esta cavitação pode ser transitória, quando as bolhas se formam e explodem, ou estática, quando as bolhas não explodem (AHMAD et a., 1988).

A técnica de irrigação utilizada com o aparelho de ultrassom é chamada de irrigação ultrassônica passiva (PUI), descrita primeiramente por Weller et al. (1980). Esta técnica tem como princípio não tocar as paredes durante a vibração do inserto ultrassônico dentro do canal radicular. Assim o efeito hidrodinâmico na solução irrigadora é aumentado, impulsionando o irrigante para as áreas de complexidades (WELLER et al., 1980; AHMAD et al., 1987).

O uso do ultrassom na antissepsia dos canais radiculares ganhou força a partir da década de 80. Diversos estudos foram demonstraram ser um mecanismo de irrigação mais eficiente e exemplar para limpeza dos canais radiculares, removendo significativamente o biofilme, debris dentinários e a *smear layer* de suas paredes dentinárias (CAMERON, 1983; 1995; AHMAD et al., 1987; SIQUEIRA et al., 1997; JENSEN et al., 1999; SABINS et al., 2003; GULABIVALA et al., 2004; VAN DER SLUIS et al., 2005; PARAGLIOLA et al., 2010; MOHMMED et al., 2017; URBAN et al., 2017), inclusive de regiões de difícil alcance para a instrumentação,

como istmos e anfractuosidades (GOODMAN et al, 1985; LEE et al., 2004; MALENTACCA et al., 2017).

A irrigação ultrassônica passiva é geralmente utilizada com um fluxo intermitente do irrigante, o que quer dizer que primeiramente a cavidade radicular é preenchida com a solução irrigadora, e a cada agitação ultrassônica essa solução é renovada. No entanto há um outro método de agitação ultrassônica que emprega um fluxo do irrigante de forma simultânea, cuja solução irrigadora é injetada continuamente no canal radicular, conhecido por irrigação ultrassônica contínua (IUC).

A irrigação ultrassônica contínua também apresenta resultados melhores do que a irrigação convencional e a irrigação passiva. (CIUCCHI et al., 1989; CHEUNG; STOCK, 1993; GUTARTS et al., 2005; BURLESON et al., 2007; CASTELO-BAZ et al., 2012; 2016). A desta técnica é a renovação da solução irrigadora ao mesmo tempo em que é agitada. No entanto, alguns estudos fazem a ressalva de que agitação ultrassônica contínua e passiva podem criar irregularidades no preparo dos canais, principalmente dos canais com curvatura (CASTELO-BAZ et al., 2012), promover extrusão de materiais e da própria solução, devido à maior pressão exercida sobre o irrigante à frente da ponta (CASTELO-BAZ et al., 2016).

2.3 *Easy Clean*

O *Easy Clean* (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, Brasil) foi recentemente desenvolvidos com o objetivo de uma alternativa aos outros métodos de irrigação. Trata-se de um instrumento de plástico, semelhante à uma lima, porém com design que lembra as asas de um avião. Segundo o fabricante, por se tratar de um aparato de plástico e muito flexível não promove alterações na trajetória dos canais radiculares.

Originalmente o *Easy Clean* foi desenvolvido para ser utilizado em cinemática recíproca. Kato et al. (2016) demonstraram que o *Easy Clean* apresentou resultados superiores ao ultrassom na limpeza da região apical em canais curvos. Além disso, a irrigação convencional apresentou o pior resultado.

Duque et al. (2017) avaliaram a limpeza das áreas de istmos de molares inferiores empregando a irrigação convencional, métodos sônicos, agitação ultrassônica passiva, *Easy Clean* em movimento reciprocante e *Easy* em rotação contínua. Os resultados demonstraram que o *Easy Clean* em rotação contínua e a agitação ultrassônica passiva apresentaram os melhores resultados. Além disso, neste trabalho surgiu a proposta de empregar o *Easy Clean* em rotação contínua, com resultados superiores ao movimento reciprocante.

Cesario et al. (2018) avaliaram a remoção de debris dentinários em canais artificiais em dentes de acrílicos por meio de micro tomografia computadorizada. Neste estudo, avaliou-se a eficácia da irrigação convencional, da irrigação passiva ultrassônica e do *Easy Clean* em rotação contínua e reciprocante. Os resultados demonstraram que o *Easy* em rotação contínua e a irrigação passiva ultrassônica foi mais eficiente na remoção de debris dentinários quando comparado com a irrigação convencional ou *Easy Clean* em movimento reciprocante.

Embora os resultados apresentados até aqui sejam promissores, há a necessidade de mais estudos a fim de avaliar sobre a sua segurança em relação à extrusão de debris e redução da carga microbiana.

3 Discussão de Resultados

O papel da irrigação dos canais radiculares e das substâncias de escolha para obter uma significativa redução do número desses micro-organismos e favorecer o processo de reparo dos tecidos Peri radiculares já é consolidado na literatura (STOJICIC et al., 2010; LOPES; SIQUEIRA, 2015).

Atualmente a solução de hipoclorito de sódio (0,5 - 6%) é o principal irrigante empregado em Endodontia, devido aos seus efeitos antibacterianos, dissolução de matéria orgânica e saponificação de gorduras e ácidos graxos. No entanto, trata-se de uma substância instável, sofrendo alterações sob diferentes circunstâncias, como: em diferentes valores de pH, presença ou ausência de luz, calor e agitação de moléculas. O aquecimento e agitação são os mais explorados para otimização dos seus efeitos e geralmente estão interligados (FERREIRA et al., 2004; PASSARINHO-NETO et al., 2006).

O método de irrigação convencional apresenta um efeito limitado quando a limpeza dos canais e suas complexidades (SUSIN et al., 2010; JIANG et al., 2012; DELEU et al., 2015). Portanto, outros métodos vêm sendo explorados, como ultrassônicos e mecânicos para promover essa agitação da solução e otimizar o processo de irrigação dos canais radiculares (TRONSTAD et al., 1985; VAN DER SLUIS et al., 2007; RUDDLE et al., 2015).

O uso do ultrassom para agitação da solução irrigadora é considerado padrão-ouro (MOHMMED et al., 2017). A irrigação ultrassônica passiva, apresenta um papel fundamental na desinfecção dos canais radiculares, eliminando o máximo de debris dentinários e *smear layer* presente (AHMAD et al., 1987; SABINS et al., 2003; GULABIVALA et al., 2004; VAN DER SLUIS et al., 2005; PARAGLIOLA et al., 2010; MOHMMED et al., 2017). A agitação do irrigante permite uma maior velocidade de fluxo, além de promover um maior efeito de cavitação quando comparado aos dispositivos sônicos (WELLER et al., 1980; AHMAD et al., 1987; JIANG et al., 2011).

A irrigação ultrassônica passiva (IUP) apresenta excelentes resultados em canais achatados ou nas áreas de complexidades, no entanto, pode apresentar dificuldade mesmo desta técnica na utilização em canais curvos, uma vez que sua vibração é prejudicada no contato da ponta com as paredes dentinárias (GOODMAN et al, 1985; LEE et al., 2004; MALENTACCA et al., 2017). Além disso, sua eficácia é reduzida na região apical, devido ao seu espaço limitado de ação (LEONI et al., 2017). Para isso é sugerido uma maior dilatação do canal, equivalente à um tamanho 40 ou 50 para permitir maior espaço de fluxo do irrigante; ou ainda a complementação da limpeza com outros métodos (AZIM et al., 2016; ELNAGHY et al., 2017; LEONI et al., 2017). Para estas situações provavelmente pode-se associar o Easy Clean, Kato et al. (2016) demonstrou que o Easy Clean apresenta excelente resultados na região apical de canais curvos.

O uso do *Easy Clean* para agitação do irrigante vem ganhando maiores aceitações, tendo a vista os resultados excelentes mostrados por estudo prévios (Kato et al. 2016; Duque et al., 2017; Cesário et al., 2018). Embora haja a proposta de ser utilizado na cinemática recíprocante, o seu uso em rotação contínua favorece maior melhor ação de limpeza (Duque et al., 2017; Cesário et al., 2018) do que na cinemática recíprocante. Adicionalmente, a rotação contínua favorece resultados similares a irrigação ultrassônica passiva.

Ainda não há um método de agitação da solução irrigadora ideal, capaz de remover completamente os debrís dentinários, a *smear layer* e o biofilme do sistema de canais radiculares, no entanto, os diferentes métodos e técnicas de irrigação possuem vantagens que podem se complementar. Portanto, devemos pensar em um protocolo para associação dos diferentes métodos com o objetivo de otimizar a limpeza dos canais radiculares e explorar as vantagens de cada método.

Conclusão

Atualmente, há diversos métodos de agitação da solução irrigadora disponíveis, sendo que cada um deles possui sua peculiaridade e eficiência. A complexidade anatômica dos canais radiculares torna a limpeza dos sistemas de canais um verdadeiro desafio.

Nesse sentido, com base nos estudos relatados nesse trabalho, pode-se dizer que:

Nenhum método é capaz de remover completamente debris, microrganismos e tecidos pulpares do sistema de canais radiculares.

A técnica com método ultrassônico é sem dúvida um dos métodos mais utilizados, difundidos e com resultados mais favoráveis na literatura.

O *Easy Clean* tem apresentado resultados promissores em comparação ao método ultrassônico. No entanto, mais estudos são necessários.

A irrigação convencional possui efeito limitado e é um método de irrigação menos eficiente do que o *Easy Clean* e a irrigação passiva ultrassônica.

Referências Bibliográficas

- AHMAD, M; PITT, TJF; CRUM, LA. **Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role.** J.Endod. 1987;13(10):490-9.
- AHMAD, M; PITT, TJF; CRUM, LA; WALTON, AJ. **Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance.** J Endod 1988; 14:486–93.
- AZIM, A.A; AKSEL, H; ZHUANG, T; MASHTARE, T; BABU, J.P; HUANG, G.T. **Efficacy of 4 Irrigation Protocols in Killing Bacteria Colonized in Dentinal Tubules Examined by a Novel Confocal Laser Scanning Microscope Analysis.** J Endod. 2016;42(6):928-34.
- BURLESON, A; NUSSTEIN, J; READER, A; BECK, M. **The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars.** J Endod 2007; 33:782–7.
- CAMERON, J.A. **The use of ultrasonics in the removal of the smear layer: a scanning electron microscope study.** J Endod. 1983;9(7):289-92.
- CAMERON, J.A. **Factors affecting the clinical efficiency of ultrasonic endodontics: a scanning electron microscopy study.** Int Endod J 1995; 28:47–53.
- CASTELO-BAZ, P; MARTIN-BIEDMA, B; CANTATORE, G; RUÍZ-PIÑÓN, M; BAHILO, J; RIVAS-MUNDIÑA, B; VARELA-PATIÑO, P. **In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals of extracted teeth.** J Endod. 2012;38(5):688-91.
- CASTELO-BAZ, P; VARELA-PATIÑO, P; CANTANORE, G; DOMÍNGUES-PEREZ, A; RUÍZ-PIÑÓN, M; MINGUÉS-VILA, R; MARTÍN-BIEDMA, B. **In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in curved root canals.** J Clin Exp Dent. 2016 1;8(4):e437-e441.
- CESÁRIO, F; HÚNGARO, M.A.,D; DUQUE, J.A; ALCALDE, M.P; ANDRADE, .FB; REIS, S.M.V; VASCONCELOS, B.B; VIVAN, R.R. **Comparisons by microcomputed tomography of the efficiency of different irrigation techniques for removing dentinal debris from artificial grooves.** J Conserv Dent. 2018 Jul-Aug;21(4):383-387. doi: 10.4103/JCD.JCD_286_16. PubMed PMID: 30122818; PubMed Central PMCID: PMC6080189.
- CHEUNG, G.S; STOCK, C.J. **In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation.** J Endod 1983; 9:475–9.
- CIUCCHI, B; KJETTABI, M; HOLZ, J. **The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study.** Int. Endod J 1989; 22:21–8.

DELEU, E; MEIRE, M.A; MOOR, R.J. **Efficacy of laser-based irrigant activation methods in removing debris from simulated root canal irregularities.** Lasers Med Sci. 2015;30(2):831-5.

DUQUE, J.A; DUARTE, M.A; CANALI, L.C; ZANCAN, R.F; VIVAN, R.R; BERNARDES, R.A; BRAMANTE, C.M. **Comparative Effectiveness of New Mechanical Irrigant Agitating Devices for Debris Removal from the Canal and Isthmus of Mesial Roots of Mandibular Molars.** J Endod. 2017;43(2):326-331.

ELNAGHY, A.M; MANDORAH, A; ELSAKA, S.E. **Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study.** Odontology. 2017;105(2):178-83.

FALK, K.W; SEDLEY, C.M.FALK, K.W. **The influence of preparation size on the mechanical efficacy of root canal irrigation in vitro.** J Endod 2005; 31:742–5.

FERREIRA, R.B; ALFREDO, E; ARRUDA, A.M.P; SILVA, Y.T.S. Silva Sousa YT; SOUSA NETO, M.D. **Histological analysis of the cleaning capacity of niqel-titanium rotatory instrumentation with ultrasonic irrigation in root canals.** Aust Dent J 30:56–58.

GOODMAN, A; READER, A; BECK, M; MELFI, R; MEYERS, W. **An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars.** J Endod. 1985;11(6):249-56.

GORDON, T.M; DAMATO, D; CHRISTNER, GORDON, C.P; DAMATO, .TM. **Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue.** J Endod. 1981;7(10):466-9.

GROSSMAN, L.I. **Irrigation of root canals.** J Am Dent Assoc 1943;30:1915–7.

GULABIVALA, K; STOCK, C.J.R; LEWSEY, J.D; GHORI, S. SPRATT, D.A. **Effectiveness of electrochemically activated water as an irrigant in an infected tooth model.** Int Endod J 2004;37:624–31.

GUTARTS, R; NUSSTEIN, J. READER A; BECK, M. **In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars.** J Endod 2005;31:166–70.

HAAPASALO, M; SHEN, Y; WANG, Z; GAO, Y.Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, GAO Y. **Irrigation in endodontics.** Br Dent J. 2014;216(6):299-303.

JENSEN, S.A; WLAKER, T.L; HUTLER, J.W; NICOLI, J.W; NICOLL, B.K. **Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals.** J Endod. 1999;25(11):735-8.

JIANG, L.M; LAK, B; EIJSGOVELS, L.M; WESSLINK, P; VAN DER SLUIS, L.W. **Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques.** J Endod. 2012;38(6):838-41.

JIANG, L.M; VERHAANGEN, B; VERSLUIS, M; LANGEDIJK, J; WESSENLINK, P; VAN DER SLUIS, LW. **The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation.** J Endod. 2011;37(5):688-92.

KATO, A.S; CUNHA, R.S; BUENO, C.E.S; PELEGRINE, R.A; FONTANA, C.E. MARTIN, A.S. **Investigation of the Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation Versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Microscopic Study.** J Endod. 2016;42(4):659-63

LEE, S.J; WU, M.K WESSENLINK, P. **The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls.** Int Endod J 2004;37:672–8.

LEONI, G.B; VERSIANI, M.A; SILVA-SOUSA, Y.T; BRUNIERA, J.F; PÉCORA, J.D; SOUSA NETO, M.D. **Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars.** Int Endod J. 2017;50(4):398-406.

LOPES, H.P; SIQUEIRA, J.F. **Endodontia: Biologia e Técnica.** 4^a. ed. Rio de Janeiro. Elsevier. 2015

MACHTOU, P. **Irrigation investigation in endodontics.** Paris VII University, Paris, France: Masters thesis; 1980.

MALENTACCA, A; UCCIOLI, U; MANOCCI, F; BHUVA, B; ZANGARI, D; PUELLA, C; LAJOLO, C. **The comparative effectiveness and safety of three activated irrigation techniques in the isthmus area using a transparent tooth model.** Int Endod J. 2017 Jan 27.

MARTIN, H. **Ultrasonic disinfection of the root canal.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1976;42(1):92-9.

MOHMMED, S.A; VIANNA, M.E; PENNY, M.R; HILTON, S.T; MORDAN, N; KNOWLES, J.C. **Confocal laser scanning, scanning electron, and transmission electron microscopy investigation of Enterococcus faecalis biofilm degradation using passive and active sodium hypochlorite irrigation within a simulated root canal model.** Microbiologyopen. 2017;6(4).

PRADO, M.C; LEAL, F; SIMÃO, R.A; GUSMAN, H; PRADO, M. **The use of auxiliary devices during irrigation to increase the cleaning ability of a chelating agent.** Restor Dent Endod. 2017;42(2):105-110.

PASSARINHO-NETO, J.G; MARCHESAN, M.A; FERREIRA, R.B; SILVA, R.G; SOUSA, Y.T.S; SOUSA NETO, M.D. **In vitro evaluation of endodontic debris removal as obtained by rotary instrumentation coupled with ultrasonic irrigation.** Aust Dent J 32:123–128.

PESSE, A.V; WARRIER, G.R; DHIR, V.K. **An experimental study of the gas entrapment process in closed-end microchannels.** Int J Heat Mass Transfer 2005;48:5150–65.

PRADO, M.C; LEAL, F; SIMÃO, R.A; GUSMAN, H. **The use of auxiliary devices during irrigation to increase the cleaning ability of a chelating agent.** Restor Dent Endod. 2017;42(2):105-110.

RAM, Z. **Effectiveness of root canal irrigation.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1977; 44:306–12.

RECHENBERG, D.K; PAQUÉ, F. **Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment.** Int Endod J. 2013;46(6):547-55.

RICHMAN, M.J. **The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection.** J Med 1957;12:12–8.

RICUCCI, D; SIQUEIRA, J.F. **Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures.** J Endod 2010;36:1-15.

RUDDLE, C.J. **Endodontic disinfection: Tsunami irrigation.** Saudi Endod J 2015;5:1-12.

SABIENS, R.A; JOHNSON, J.D; HELLSTEIN, J.W. **A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals.** J Endod. 2003;29(10):674-8

SIQUEIRA, J.F. **Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail.** Int Endod J. 2001;34(1):1-10.

SJÖGREN, U; FIGDOR, D; PERSSON, S; SUNDQVIST, G. **Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis.** Int Endod J. 1997;30(5):297-306.

STOJICIS, S; ZIVKOVIC, S; QIAN, W; ZHANG, H; HAAPASALO, M. **Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant.**

SUSIN, L; LIU, Y; YOON, J.C; PARENTE, J.M; LOUSHINE, R.J; RICUCCI, D; BRYAN, T; WELLWE, R.N; PASHLEY, D.H; TAY, F.R. **Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system.** Int Endod J. 2010;43(12):1077-90.

TIRALI, R.E; BODUR, H; SIPAHI, B; SUNGURTEKIN, E. **Evaluation of the antimicrobial activities of chlorhexidine gluconate, sodium hypochlorite and octenidine hydrochloride in vitro.** Aust Endod J. 2013;39(1):15-8.

TOPCU,, K.M; KARATAS, E; OZSU, D; ERSOY, I. **Efficiency of the Self Adjusting File, Wave One, Reciproc, ProTaper and hand files in root canal debridement.** Eur J Dent. 2014;8(3):326-9.

TRONSTAD, L; BARNETT, F; SCHWARTZBEN, L; FRASCA, P. **Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument.** Endod Dent Traumatol. 1985;1(2):69-76.

URBAN, K; DONNERMEYER, D; SCHÄFER, E; BÜRKLEIN, S. **Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation.** Clin Oral Investig. 2017 Feb 9

VAN DER SLUIS, L.W.M; WU, M.K; WESSELINK, P.R. **The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper.** Int Endod J 2005;38:764–8.

VAN DER SLUIS, L.W.M; WU, M.K; WESSELINK, P.R. **Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature.** Int Endod J. 2007;40(6):415-26.

VERA, J; SIQUEIRA, J.F; RICUCCI, D; LOGHIN, S; FERNANDEZ, J; SIQUEIRA, J.F; FLORES, B; CRUZ, A.G. **One- versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study.** J Endod. 2012;38(8):1040-52.

VERSIANI, M.A; DEUS, G; VERA, J; SOUZA, E; STEIR, L; PÉCORÁ, J.D; SOUSA NETO, M.D. **3D mapping of the irrigated areas of the root canal space using micro-computed tomography.** Clin Oral Investig. 2015;19(4):859-66

WALMSLEY, A.D; WILLIAMS, A.R. **Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files.** J Endod. 1989;15(5):189-94

WELLER, R.N; BRADY, J.M; BERNIER, W.E. **Efficacy of ultrasonic cleaning.** J Endod. 1980;6: 740–3.

WU, M.K; WESSELINK, P.R. **A primary observation on the preparation and obturation of oval canals.** Int Endod J. 2001;34(2):137-41.

WU, M.K; VAN DER SLUIS, L.W; WESSELINK, P.R. **The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals.** Int Endod J. 2003;36(3):218-24.

ZHAO, D; SHEN, Y; PENG, B; HAAPASALO, Mhao D, Shen Y, PENG, B. **Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomographic study.** J Endod. 2014;40(11):1860-4.