

OTIMIZAÇÃO DA DESINFECÇÃO PÓS PREPARO QUÍMICO-MECÂNICO OPTIMIZATION OF DISINFECTION AFTER CHEMICAL MECHANICAL PREPARATION

ERICA DE ANDRADE ALMEIDA ¹
ISABELLE LUISE LIMA GOMES ²
SAMARA VERÇOSA LESSA ³
FLÁVIO RODRIGUES FERREIRA ALVES ⁴

RESUMO

Os microrganismos têm um papel essencial na etiopatogenia das principais alterações pulpares e periapicais. O resultado da terapia endodôntica em dentes contendo polpa necrosada e infectada depende da desinfecção bem-sucedida e obturação adequada do sistema de canais radiculares. A eliminação de microrganismos pode ocorrer pela ação mecânica, associado à irrigação dos canais radiculares. No entanto, apesar dos recentes avanços em termos de técnicas e instrumentos de preparo, diversas áreas do canal ainda permanecem com detritos dentinários e micro-organismos mesmo após a instrumentação. Isto ocorre em grande parte devido à complexidade anatômica. Assim, o objetivo desta revisão de literatura é apresentar diferentes abordagens para suplementar a desinfecção dos canais radiculares, incluindo a irrigação ultrassônica passiva (IUP), a irrigação final com clorexidina, Endovac®, o sistema Self-Adjusting File (SAF®), XP-Endo Finisher® e a terapia fotodinâmica (TF).

Palavras-chave: Desinfecção, canal radicular, tratamento endodôntico.

ABSTRACT

Microorganisms have an essential role in the etiopathogenesis of the pulp and periapical changes. The outcome of endodontic therapy in teeth with necrotic and infected pulp depends on successful disinfection and adequate filling of the root canal system. The elimination of microorganisms can occur by mechanical action, associated with irrigation of the root canals. However, despite recent advances in terms of techniques and tools of preparation, several areas of the canal remain with dentinal debris and microorganisms even after instrumentation. This occurs mainly due to anatomical complexity. Thus, the objective of this literature review is to present different approaches to supplement the disinfection of root canals, including passive ultrasonic irrigation (PUI), final irrigation with chlorhexidine, Endovac®, Self-Adjusting File system (SAF®), XP-Endo Finisher® and Photodynamic Therapy (PDT).

Keywords: Disinfection, root canal, endodontic treatment.

- 1- Mestre em Clínica Odontológica – Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF (MG); Doutoranda em Odontologia (área de concentração em Endodontia) - Universidade Estácio de Sá - UNESA (RJ) Brasil.
- 2- Mestre em Odontologia (área de concentração em Endodontia) - Universidade Estácio de Sá - UNESA (RJ) Brasil.
- 3- Mestre em Odontologia (área de concentração em Endodontia) - Universidade Estácio de Sá - UNESA (RJ); Doutoranda em Odontologia (área de concentração em Endodontia) - Universidade Estácio de Sá - UNESA (RJ) Brasil.
- 4- Doutor em Ciências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ (RJ); Mestre em Odontologia (área de concentração em Endodontia) pela Universidade Estácio de Sá - UNESA (RJ) Brasil.

Introdução

A presença de micro-organismos no sistema de canais radiculares é uma condição *sine qua non* para o surgimento ou persistência da lesão perirradicular, ou periodontite apical, (Takehashi *et al.*, 1965). As bactérias colonizam as paredes do canal principal bem como, os canais acessórios, laterais, deltas apicais e até mesmo túbulos dentinários (Ricucci & Siqueira, 2010) organizam-se em comunidades sésseis e multicelulares, chamadas de biofilme (Siqueira & Rôças, 2014). Foi encontrado biofilme aderido às paredes dos canais radiculares de dentes tratados e não tratados endodonticamente em um estudo histopatológico realizado por Ricucci & Siqueira, 2010; para avaliar a sua prevalência em dentes com lesão perirradicular.

O preparo químico-mecânico tem como objetivo principal promover a erradicação ou redução de micro-organismos, até um nível compatível com a cura dos tecidos perirradiculares. Porém, mesmo após o processo meticuloso de instrumentação e obturação do canal radicular, em alguns casos, pode ocorrer o insucesso do tratamento endodôntico (Ricucci & Siqueira, 2008). Este fato tem sido atribuído à persistência bacteriana em áreas não tocadas pelos instrumentos endodônticos, devido à complexidade anatômica do sistema de canais radiculares (Siqueira *et al.*, 2013).

A infecção secundária ou persistente é caracterizada pela presença de espécies bacterianas como *Enterococcus faecalis*, *streptococci*, *Pseudoramibacter alactolyticus*, *Propionibacterium spp*, *Parvimonas micra*, *Filifactor alocis*, e *Dialister spp*, que resistiram ao preparo químico-mecânico e a ação da medicação intracanal (Siqueira & Rôças, 2014).

O uso de métodos que visam aperfeiçoar a desinfecção do canal radicular como: irrigação passiva ultrassônica (IUP), terapia fotodinâmica (TF), irrigação final com clorexidina, *Endovac®*, *XP-endo Finisher®* e *Self-Adjusting File (SAF) System®* tem sido proposto. O objetivo deste estudo foi apresentar e discutir estes métodos a luz da evidência científica atual.

Revisão da Literatura

Irrigação Passiva Ultrassônica (IUP)

Irrigação passiva ultrassônica, descrita em 1980 por Weller, consiste na ativação da solução irrigante do canal radicular, através da oscilação de uma peça de mão que converte a energia elétrica em ondas ultrassônicas, por magnetostricção ou por piezoelectricidade (Sluis *et al.*, 2007). IUP auxilia na remoção de *debris* dentinários, micro-organismos na

forma planctônica ou de biofilme e tecido orgânico das paredes do canal (Munley & Goodell, 2007). Este método de desinfecção suplementar foi avaliado em um estudo de Alves *et al.* (2011); realizado em canais ovais contaminados com *E. faecalis*. O grupo que utilizou IUP para agitar e ativar o NaOCl a 2,5% seguido pela irrigação final com clorexidina, apresentou uma redução estatisticamente significativa na contagem bacteriana e na incidência de culturas positivas. Em outro estudo, Duque *et al.* (2016), corroboraram estes resultados quando demonstrou maior eliminação de micro-organismos em áreas do canal não acessíveis a ação dos instrumentos, como de istmos em molares inferiores.

Irrigação final com Clorexidina

A solução de clorexidina a 2% tem sido sugerida como irrigante final por sua atividade antimicrobiana, substantividade e ação antimicrobiana (Zamany *et al.*, 2003; Zehnder, 2006). O modo de ação da clorexidina é através de sua ligação com a superfície microbiana, que provoca a ruptura da membrana celular (Davies, 1973). Também apresenta propriedades antissépticas e eficácia comprovada no controle químico do biofilme, em pacientes com doença periodontal (Addy & Moran, 1997; Gottumukkala *et al.*, 2014). A principal limitação desta substância como irrigante endodôntico é sua incapacidade de dissolver o tecido pulpar (Okino *et al.*, 2004), o que é possível com o NaOCl (Zehnder, 2006; Naenni *et al.*, 2004). Assim, diversos estudos realizaram comparações sobre a eficácia de NaOCl e clorexidina como soluções irrigantes. Entretanto, estudos demonstraram uma redução substancial dos níveis bacterianos e do número de táxons após o preparo quimo-mecânico utilizando qualquer um destes irrigantes (Vianna *et al.*, 2006; Bystrom *et al.*, 1985). A irrigação final com clorexidina mostrou resultados promissores em termos de melhoria da desinfecção do canal radicular tanto *ex vivo* (Alves *et al.*, 2011) quanto *in vivo* (Zamany *et al.*, 2003). Contudo, no estudo de Paiva *et al.* (2012), embora o número de casos positivos para bactérias diminuiu após a irrigação suplementar com clorexidina, a diferença não foi estatisticamente significativa.

Como as bactérias podem tolerar os efeitos antimicrobianos por residir em áreas não atingidas por irrigantes e instrumentos (Siqueira & Rôças, 2008), a irrigação adicional com clorexidina tem um potencial de otimizar a desinfecção, pois aumenta o volume de irrigante no interior do canal radicular. Contudo, seu uso combinado com o NaOCl, pode levar a formação de paracloroanilina, (PCA), (Siqueira *et al.*, 2002; Basrani *et al.*, 2007), que pode obstruir os túbulos dentinários (Bui *et al.*, 2008), prejudicando a limpeza e vedação. As variáveis biológicas e clínicas implicações de remanescentes ocasionais de

PCA após a utilização de NaOCl e clorexidina, mesmo com descargas intermediárias, requerem ainda maiores esclarecimentos. A desinfecção suplementar com irrigação final com clorexidina reduziu o número de casos positivos para bactérias, tanto em estudos de cultura quanto moleculares (Paiva *et al.*, 2012).

Endovac

O Endovac (Discus Dental, Culver City, Califórnia, EUA) é um sistema de irrigação que foi desenvolvido com o objetivo de prevenir o extravasamento das substâncias irrigadoras para os tecidos perirradiculares por meio de uma pressão apical negativa que se dá por uma microcânula com diâmetro de 0,32mm, com pequenas aberturas laterais e ponta fechada, no comprimento de trabalho (Hockett *et al.*, 2008; Schoeffel *et al.*, 2007, Schoeffel *et al.*, 2008. Em um estudo comparativo entre o sistema Endovac com a irrigação convencional associada a medicação intracanal triantibiótica na desinfecção de dentes de cães, mostrou que não houve diferença significativa entre os grupos quanto a redução bacteriana. Em um ensaio clínico randomizado prospectivo que avaliou a dor pós-operatória em 110 indivíduos assintomáticos utilizando dois métodos de irrigação, observou-se que o grupo Endovac apresentou menor dor pós-operatória e consequentemente menor uso de analgésicos em comparação com o método convencional de irrigação (Gondim *et al.*, 2010). Já no estudo *in vitro* de Jiang *et al.* (2012), a Irrigação Ultrassônica Contínua foi mais eficaz na remoção de *debris* quando comparada as outras técnicas. Por outro lado, o estudo de Tanomaru-Filho *et al.* (2015); mostrou que PUI e Endovac mostraram-se superiores a técnica convencional na limpeza do terço apical. Por fim, estudo realizado por Versiani *et al.* (2016), avaliou a eficácia desse dispositivo na remoção de tecido duro no canal radicular e as áreas de istmos pelos sistemas de irrigação com pressão negativa e positiva, e concluíram que nenhum protocolo conseguiu deixar os canais mesiais de molares inferiores livre de detritos.

Sistema Self-Adjusting File (SAF)

O *Sistema Self-Adjusting File* (SAF) tem como proposta a irrigação contínua concomitante a instrumentação que se dá pelo desgaste por abrasão das paredes do sistema de canais radiculares. Esse sistema é composto por dois instrumentos NiTi de diâmetro 1,5mm a 2,0mm e não possui núcleo metálico central, ou seja, esse instrumento é oco. O sistema SAF tem como objetivo evitar desgaste desnecessário da dentina radicular, além de se adaptar de forma resiliente às paredes do sistema de canais radiculares (Siqueira *et al.*,

2010; Shemesh *et al.*, 2009; Bier *et al.*, 2009; Adorno *et al.*, 2011; Yoldas *et al.*, 2012). Em um estudo que avaliou a eficácia de vários protocolos de ativação de irrigação na remoção de *smear layer* e debris mostrou que a instrumentação com SAF apresentou canais mais limpos quando comparada a instrumentação acionada a motor por giro contínuo com o uso de Endoactivator, Endovac e IUP, porém nenhuma das técnicas eliminou completamente a *smear layer* das paredes dentinárias (Topçuoğlu *et al.*, 2015). Já o estudo de Topçuoğlu *et al.* (2015); mostrou que em dentes portadores de reabsorção interna, preenchidos com hidróxido de cálcio, o sistema SAF e IUP foram superiores aos sistemas Canal Brush, Endoactivator e Endovac na remoção da medicação, porém nenhuma das técnicas eliminou totalmente o hidróxido de cálcio (Topçuoğlu *et al.*, 2015; Trope *et al.*, 2015). Um estudo que utilizou métodos moleculares para avaliar a eliminação bacteriana mostrou que a SAF foi altamente eficaz na eliminação bacterianas em comparação com a instrumentação manual, porém metade das amostras do grupo SAF ainda possuíam bactérias detectáveis. Koçak *et al.* (2014), avaliaram a eficácia de três sistemas de otimização das soluções irrigadoras através de microscopia de varredura na redução de *E. faecalis* e concluiu que o grupo SAF foi significativamente eficaz quando comparado ao grupo Endovac. Por atuar inversamente aos instrumentos de giro contínuo o sistema SAF adota os conceitos de uma Endodontia minimamente invasiva, pois atua de forma abrasiva nas paredes dentinárias, sem remoção desnecessária de dentina radicular sadia (Alves *et al.*, 2016; Leoni *et al.*, 2016; Elnaghy *et al.*, 2016; Wigler *et al.*, 2016; Keskin *et al.*, 2017).

XP Endo Finisher®

XP-Endo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça) foi apresentado recentemente como um passo final no protocolo de otimização da desinfecção do canal radicular. Com o compromisso de melhorar a limpeza e a desinfecção, o instrumento não tem conicidade e seu diâmetro em D0 é 0,25 mm. O instrumento possui liga de níquel-titânio (NiTi) MaxWire. Por causa desta liga especial, este instrumento é reto em sua fase martensítica, que é mantida em temperatura abaixo de 30 ° C. Quando inserido no canal radicular à temperatura do corpo, o instrumento entra na fase austenítica na qual assume uma forma curvada nos últimos 10 mm, com aproximadamente 1,5 mm devido à sua memória molecular (Azim *et al.*, 2016). Segundo o fabricante, quando o instrumento gira, este atinge um diâmetro de 3 mm nos últimos 10 mm. Quando a ponta é comprimida dentro do canal, o bulbo pode ser expandido em até 6 mm (Alves *et al.*, 2016). Quando o instrumento XP-Endo Finisher é acionado em giro contínuo dentro do canal, isto faz com

que o instrumento sofra expansão e contração, tendo como objetivo tocar as paredes do canal e agitar solução irrigadora (Bao *et al.*, 2016). Segundo Alves *et al.* (2016) o XP-Endo Finisher é um instrumento que respeita a anatomia original do canal radicular e efetivamente limpa as áreas irregulares devido a sua elevada flexibilidade e capacidade de se expandir para se adaptar à anatomia, em três dimensões (Lin *et al.*, 2013). Sugere-se que seja utilizado a 800 rpm com soluções de irrigação, e com movimentos de avanço e retrocesso, com amplitude de 7 a 8 mm. Estudos relataram que o XP- Endo Finisher remove efetivamente detritos acumulados e *smear layer* do sistema de canais radiculares (Leoni *et al.*,2016; Elnaghy *et al.*, 2016). Além disso, é sugerido também o uso de XP-Endo Finisher na remoção de pastas intracanal. No estudo de Wigler *et al.* (2016), os autores avaliaram a eficácia do XP Endo Finisher em remover a pasta de hidróxido de cálcio de sulcos artificiais (Elnaghy *et al.*, 2016). Os autores relataram que tanto o XP Endo Finisher como o IUP foram superiores a irrigação com seringa, mas sem diferença entre eles, o que foi semelhante em outros estudos (Wigler *et al.*, 2016; Keskin *et al.*, 2017, Alves *et al.*, 2016; Bao *et al.*, 2016; Druttman *et al.*, 1989). Outro estudo, todavia, demonstrou uma maior redução bacteriana intracanal e a 50 mm de profundidade nos túbulos dentinários, comparado com outras técnicas (Uygun *et al.*, 2016). Já no estudo de Alves *et al.* (2011), XP-Endo e PUI causaram uma pequena redução nas contagens bacterianas após o preparo químio-mecânico, o que foi significativo apenas para o XP-Endo Finisher. Contudo, nem XP-Endo Finisher nem o PUI foram eficazes na desinfecção de istmos e reentrâncias em molares inferiores. No estudo de Bao *et al.* (2016), quando a irrigação com XP-Endo Finisher ocorreu em 3 etapas, menos biofilme permaneceu na superfície da dentina comparado com instrumentos rotatórios convencionais. Isso indica que a agitação frequente do irrigante no canal melhora sua ação na dentina (Lin *et al.*, 2013; Druttman *et al.*, 1989). Ademais, uma nova versão do instrumento, o XP-Endo Finisher R, é dedicado a casos de retratamento. XP-Endo Finisher R tem um diâmetro de núcleo maior (ISO 30) do que o XP-Endo® Finisher para acabamento (ISO 25), tornando-o ligeiramente mais rígido e também mais eficiente na remoção de materiais obturadores aderidos às paredes do canal, curvatura ou áreas ovais (Bronnec *et al.*, 2010).

Terapia Fotodinâmica (TF)

Terapia fotodinâmica, também chamada desinfecção fotoativada é baseada no uso de agentes fotossensíveis, ativados por fonte de luz de baixa intensidade (Trindade *et al.*, 2015). Quando estes agentes são ativados, a reação com o oxigênio gera uma cascata de

eventos oxidativos fotoquímicos, resultando na liberação de espécies de oxigênio reativo, como, oxigênio singleto, superóxidos e radicais livres (Hidalgo *et al.*, 2016). Estas espécies apresentam características multifuncionais que danificam irreversivelmente diversas moléculas intracelulares, essenciais da célula bacteriana, conseqüentemente acarretando na morte celular (Hidalgo *et al.*, 2016). Uma revisão sistemática realizada por Arneiro *et al.* (2014), avaliou a capacidade de desinfecção do sistema de canais radiculares contaminados com *E. faecalis*, utilizando NaOCl e TF. Os autores concluíram que a TF é uma técnica suplementar ao preparo químico mecânico eficaz na redução efetiva destes microrganismos no interior do canal (Arneiro *et al.*, 2014). Segundo Trindade *et al.* (2015), a susceptibilidade das bactérias Gram positivas à TF pode ser explicada através da fisiologia bacteriana. A membrana citoplasmática é circundada por uma camada porosa de peptideoglicano e ácido lipoteicoico, que permite a passagem dos agentes exógenos fotossensíveis (Trindade *et al.*, 2015). No entanto, a eficácia de TF nos casos de infecção endodôntica experimental primária e secundária, de dentes contaminados por *E. faecalis* foi menor comparada à ação de NaOCl 3%. Portanto, a desorganização do biofilme previamente à TF e o uso concomitante da solução de hipoclorito ainda são necessárias (Tennert *et al.*, 2004).

Conclusões

A eliminação das bactérias do sistema de canais radiculares é crucial para a obtenção de sucesso no tratamento endodôntico. Alguns métodos propostos nessa revisão para otimização da desinfecção mostraram-se significativamente superior na redução de microrganismos, incluindo SAF, XP Endo Finisher e irrigação final com clorexidina. Além disso, todos, com exceção da TF e da irrigação final com clorexidina, são altamente efetivos na remoção de detritos dentinários ou medicação intracanal em comparação com a irrigação convencional.

Referências

- 1- Addy M, Moran JM. Clinical indications for the use of chemical adjuncts to plaque control: chlorhexidine formulations. *Periodontol 2000*. 1997, vol.15, p. 52–4.
Adorno CG, Yoshioka T, Suda H. Crack Initiation on the apical root surface caused by three different nickel-titanium rotary files at different working lengths. *J Endod*. 2011, vol. 37, p. 522–5.
- 2- Alves FRF, Andrade-Junior VC, Marceliano-Alves FM *et al*. Adjunctive Steps for Disinfection of the Mandibular Molar Root Canal System: A Correlative Bacteriologic, Micro-Computed Tomography, and Cryopulverization Approach. *J Endod*. 2016, vol.42, p. 1667–72.
- 3- Alves FRF, Marceliano-Alves FM, Sousa NCJ *et al*. Removal of root canal fillings in curved canals using either reciprocating single- or rotary multi-instrument systems and a supplementary step with the XP-Endo Finisher. *J Endod*. 2016, vol. 42, p. 1114–19.
- 4- Alves, FRF, Almeida, BM, Neves, MAS, Moreno, JO, Rôças, IN, Siqueira JR, JF. Desinfecting oval-shaped root canals: effectiveness of different supplementary approaches. *J Endod*. 2011, vol. 37, p. 496-01.
- 5- Arneiro RAS, Nakano RD, Antunes LAA, Ferreira GB, Fontes KBFC, Antunes LS. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy for root canals infected with *Enterococcus faecalis*. *J Oral Sci*. 2014, vol. 4, p. 277-85.
- 6- Azim AA, Aksel H, Zhuang T, *et al*. Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. *J Endod*. 2016, vol.42, p.928–34.
- 7- Bao P, Shen Y, Lin J *et al*. In Vitro Efficacy of XP-endo Finisher with 2 Different Protocols on Biofilm Removal from Apical Root Canals. *J Endod*. 2016, vol 43(2), p. 321-5.
- 8- Basrani BR, Manek S, Sodhi RN *et al*. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod*. 2007, vol.33, p. 966–9.
- 9- Bier CA, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR, Wu MK. The ability of different nickel-titanium rotary instruments to induce dentinal damage during canal preparation. *J Endod*. 2009, vol.35, p.236–8.

- 10-Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P. Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *Int Endod J.* 2010, vol.43, p. 663–72.
- 11-Bui TB, Baumgartner JC, Mitchell JC. Evaluation of the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate and its effect on root dentin. *J Endod.* 2008, vol. 34, p.181–5.
- 12-Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J.* 1985, vol. 18, p.35–40.
- 13-Davies A. The mode of action of chlorhexidine. *J Periodontal Res Suppl.* 1973, vol.12, p. 68-75.
- 14-Debelian G & Trope M. Cleaning the third dimension. *Endodontic Practice.* 2015, vol. 8, p. 22–4.
- 15-Druttman AC, Stock CJ. An in vitro comparison of ultrasonic and conventional methods of irrigant replacement. *Int Endod J.* 1989, vol. 22, p.174–8.
- 16-Duque, JA, Duarte, MAH, Canali, ICF, Zancan, RF, Vivian, RR, Bernardes, RA, Bramante, CR. Comparative effectiveness of new mechanical irrigant agitating devices for debris removal from the canal and isthmus of mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 2016, vol. 15, p. 1-6.
- 17-Elnaghy AM, Mandorah A, Elsaka SE. Effectiveness of XP-endo Finisher, EndoActivator, and File agitation on debris and smear layer removal in curved root canals: a comparative study. *Odontology.* 2017, vol. 105, p. 178-83.
- 18-Gondim EA JR, Setzer FC, DO Carmo CB, Kim S. Postoperative pain after the application of two different irrigation devices in a prospective randomized clinical trial. *J Endod.* 2010, Aug, vol. 36, p.1295-301
- 19-Gottumukkala SN, Sudarshan S, Mantena SR. Comparative evaluation of the efficacy of two controlled release devices: chlorhexidine chips and indigenous curcumin based collagen as local drug delivery systems. *Contemp Clin Dent.* 2014, vol.5, p.175–81.
- 20-Hidalgo LRC, Silva LAB, Nelson-Filho P *et al.* Comparison between one-session root canal treatment with a TF and two-session treatment with calcium hydroxide-based antibacterial dressing, in dog's teeth with apical periodontitis. *Lasers Med Sci.* 2016, v. 31, p. 1481-91.

- 21-Hockett JL, Dommisch JK, Johnson JD, Cohenca N. Antimicrobial efficacy of two irrigation techniques in tapered and nontapered canal preparations: an in vitro study. *J Endod.* 2008, vol 34, p.1374-7.
- 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 Jun, vol. 38, p.838-41.
- 23-Kakehashi, S, Stanley, HR, Fitzgerald, RJ, Bethesda, MD. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1965, vol. 20, p.340-9.
- 24-Keskin C, Sariyilmaz E, Sariyilmaz O. Efficacy of XP-endo Finisher file in removing calcium hydroxide from simulated internal resorption cavity. *J Endod.* 2017, vol.43, p.126–130.
- 25-Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, *et al.* *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, vol. 50, p. 398-406.
- 26-Lin J, Shen Y, Haapasalo M. A comparative study of biofilm removal with hand, Rotary nickel-titanium, and self-adjusting file instrumentation using a novel in vitro biofilm model. *J Endod.* 2013, vol.39, p. 658–63.
- 27-Munley, PJ & Goodell, GG. Comparison of passive ultrasonic debridement between fluted and nonfluted instruments in root canals. *J Endod.* 2007, vol. 33, p. 578-80.
- 28-Naenni N, Thoma K, Zehnder M. Soft tissue dissolution capacity of currently used as potential endodontic irrigants. *J Endod.* 2004, vol .30, p.785–7.
- 29-Okino LA, Siqueira EL, Santos M, *et al.* Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int Endod J.* 2004, vol. 37, p. 38–41.
- 30-Paiva MSS, Siqueira JF Jr, Rôças IN *et al.* Supplementing the Antimicrobial Effects of Chemomechanical Debridement with Either Passive Ultrasonic Irrigation or a Final Rinse with Chlorhexidine: A Clinical Study. *J Endod.* 2012, vol. 38, p.1202–06.
- 31-Ricucci D & Siqueira JF Jr. Biofilms and Apical Periodontitis: Study of Prevalence and Association with Clinical and Histopathologic Findings. *J Endod.* 2010, vol.8, p.1277-88.

- 32-Ricucci D & Siqueira JF Jr. RICUCCI, D.; SIQUEIRA JR., J. F. Anatomic and microbiologic challenges to achieving success with endodontic treatment: a case report. *J Endod.* 2008, vol.34, p.1249-54.
- 33-Schoeffel GJ. The EndoVac method of endodontic irrigation, Part 3: System components and their interaction. *Dent Today.* 2008, vol. 27, p.108-11.
- 34- Schoeffel GJ. The EndoVac method of endodontic irrigation, safety first. *Dent Today.* 2007, vol. 2, p. 92-6.
- 35-Shemesh H, BCA, Wu MK, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *Int Endod J.* 2009, vol.42, p. 208–13.
- 36-Siqueira JF Jr & Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008, vol.34, p. 1291–301.
- 37-Siqueira JF Jr & Rôças, IN. Present status and future directions in endodontic microbiology. *Endodontic Topics.* 2014, vol. 30, p. 3–22.
- 38-Siqueira JF Jr, Alves, FFR, Versiani, MA, Roças, IN, Almeida, BM, Neves, MAS, Sousa-Neto, MD. Correlative Bacteriologic and Micro-Computed Tomographic Analysis of Mandibular Molar Mesial Canals Prepared by Self-Adjusting File, Reciproc, and Twisted File Systems. *J Endod.* 2013, vol. 39, p. 1044-50.
- 39-Siqueira JF JR, Rôças IN, Santos SR *et al.* Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod.* 2002, vol. 28, p. 181–4.
- 40-Siqueira JF, Jr, Alves FR, Almeida BM, de Oliveira JC, Rôças IN. Ability of chemomechanical preparation with either rotary instruments or self-adjusting file to disinfect oval-shaped root canals. *J Endod.* 2010, vol. 36, p. 1860–5.
- 41-Sluis, LWM, Versluis, M, Wu, MK & Wesselink, PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal.* 2007, vol. 40, p. 415-426.
- 42-Tanomaru-Filho M, Miano LM, Chávez-Andrade GM, Torres FF, Leonardo RDET, Guerreiro-Tanomaru JM. Cleaning of Root Canal System by Different Irrigation Methods. *J Contemp Dent Pract.* 2015 Nov 1, vol. 16, p. 859-63.
- 43-Tennert C, Feldmann K, Haamann E, *et al.* Effect of photodynamic therapy (TF) on *Enterococcus faecalis* biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections. *BMC Oral Health.* 2014, vol. 14, p. 132-9.

- 44- Topçuoğlu HS, Düzgün S, Ceyhanli KT, Akti A, Pala K, Kesim B. Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. Int Endod J. 2015, vol. 48, p. 309-16.
- 45- Trindade AC, Figueiredo JAP, Steier L, Weber JBB. Photodynamic therapy in endodontics: a literature review. photomedicine and laser surgery. 2015, vol.3, p. 175-2.
- 46- Trope M, Debelian G. XP-3D Finisher file-the next step in restorative endodontics. Endod Pract US. 2015, vol.8, p. 22–4
- 47- Uygun DA, Gündoğdu EC, Arslan H *et al*. Efficacy of XP-endo finisher and TRUShape 3D conforming file compared to conventional and ultrasonic irrigation in removing calcium hydroxide. Aust Endod J. 2016. vol. 43, p. 89-93.
- 48- Versiani MA, Alves FR, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Rôças IN, Sousa-Neto MD, Siqueira JF Jr. Micro-CT evaluation of the efficacy of hard-tissue removal from the root canal and isthmus area by positive and negative pressure irrigation systems. Int Endod J. 2016, vol. 49, p. 1079-87.
- 49- Vianna ME, Horz HP, Gomes BP, Conrads G. Identification and quantification of archaea involved in primary endodontic infections. J Clin Microbiol. 2006, vol. 44, p. 1274–82.
- 50- Wigler R, Dvir R, Weisman A *et al*. Efficacy of XP-endo finisher files in the removal of calcium hydroxide paste from artificial standardized grooves in the apical third of oval root canals. Int Endod J. 2016, vol. 50, p. 700-5.
- 51- Yoldas O, Yilmaz S, Atakan G, Kuden C, Kasan Z. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different Ni-Ti rotary instruments and the self-adjusting file. J Endod. 2012, vol. 38, p. 232–5.
- 52- Zamany A, Safavi K, Spangberg LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003, vol. 96, p. 578–81.
- 53- Zehnder M. Root canal irrigants. J Endod. 2006, vol. 32, p. 389–98.