

# O TRADICIONAL HIPOCLORITO DE SÓDIO X A SUBSTANTIVIDADE DA CLOREXIDINA. SOLUÇÕES QUÍMICAS AUXILIARES DO PREPARO BIOMECÂNICO: REVISÃO DE LITERATURA

THE TRADITIONAL SODIUM HYPOCHLORITE X THE SUBSTANTIVITY OF CHLORHEXIDINE. CHEMICAL SOLUTIONS AUXILIARY OF THE BIOMECHANICAL PREPARATION: LITERATURE REVIEW

RAIANY SODRÉ ALEIXO<sup>1</sup>, MARCIA ESMERALDA BIS FRANZONI ARRUDA<sup>2</sup>, CARLA THAIS ROSADA PERUCHI<sup>3\*</sup>

1. Acadêmica do curso de graduação em Odontologia da Faculdade Ingá; 2. Especialista em Endodontia USP-Bauru. Mestre em Ciências da Saúde –UEM. Doutoranda em Endodontia- Universidade Estácio de Sá- RJ. Professora na disciplina de Endodontia da Faculdade Ingá. Paraná; 3. Especialista em Endodontia e Mestre em Odontologia Integrada pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Professora na disciplina de Endodontia da Faculdade Ingá. Paraná.

\* Avenida Silvio Alves, 967. Jardim Pioneiro, Paçandu, Paraná, Brasil. CEP:87140-000 [carlaperuchi@gmail.com](mailto:carlaperuchi@gmail.com)

Recebido em 03/08/2015. Aceito para publicação em 25/10/2015

## RESUMO

A limpeza química e mecânica do sistema de canais radiculares durante o tratamento endodôntico permite a sanificação e a modelagem dos canais radiculares. Visando a melhoria do processo relacionado à execução da etapa da fase química, inúmeras soluções auxiliares da instrumentação têm sido estudadas, defendidas e empregadas ao longo do tempo. O objetivo desse estudo foi apresentar através de uma revisão da literatura, as propriedades de atividade antimicrobiana, biocompatibilidade, dissolução de tecido pulpar e remoção de smearlayer, do hipoclorito de sódio e da clorexidina como solução irrigadora auxiliar. Foi realizado levantamento nas bases de dados: PUBMED, Portal de Periódicos CAPES, SCIELO, BBO, BIREME e LILACS. Tanto o hipoclorito de sódio quanto a clorexidina apresentaram efeitos antimicrobianos, porém ambos não foram capazes de remover totalmente a smearlayer. A principal vantagem do hipoclorito de sódio foi a capacidade de dissolver tecidos orgânicos. A clorexidina apresentou biocompatibilidade, não sendo irritante aos tecidos periapicais, além de possuir substantividade, isto é, tem efeito antimicrobiano residual. Apesar das substâncias químicas auxiliares irrigadoras serem muito eficientes, ainda não existe uma solução que apresente todas as propriedades adequadas para promover a desinfecção completa do sistema de canais radiculares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Endodontia, hipoclorito de sódio, clorexidina, irrigantes do canal radicular.

## ABSTRACT

The chemical and mechanical cleaning of the root canal system during endodontic treatment allows sanitization and modeling of root canals. In order to improve the process related to the accomplishment of the chemical phase stage, many instrumentation auxiliary solutions have been studied, defended and employed over the time. The aim of this study was to present through a literature review, the properties of antimicrobial activity, biocompatibility, pulp tissue dissolution and smear layer removal of sodium hypochlorite and chlorhexidine as auxiliary irrigating solutions. It was conducted a survey in the databases: PUBMED, CAPES Journal Portal, SCIELO, BBO, BIREME and LILACS. Sodium hypochlorite both as chlorhexidine presented antimicrobial effects; however both were notable to completely remove the smear layer. The main advantage of sodium hypochlorite is the ability to dissolve organic tissues. Chlorhexidine presents biocompatibility and is not irritating to periapical tissues, and also has substantivity, in other words, it has residual antimicrobial effect. Although auxiliary chemical irrigating substances are highly efficient, there is still no solution that present salt he appropriate properties to promote complete disinfection of the root canal system.

**KEYWORDS:** Endodontics, sodium hypochlorite, chlorhexidine, root canal irrigants.

## 1. INTRODUÇÃO

O aprimoramento da operacionalização do processo de preparo químico mecânico do canal radicular, tem-se destacado e sido bastante enfatizado durante as últimas décadas<sup>1,2</sup>. A ação mecânica dos instrumentos endodôn-

ticos prepara, modela e alarga o canal radicular, já as substâncias químicas auxiliares de irrigação, como coadjuvante no processo, atuam sobre os componentes presentes no interior do sistema de canais radiculares, de modo a realizar a dissolução de tecidos orgânicos, vivos ou necrosados, remover "débris" e eliminar microorganismos<sup>1,3,4,5,6</sup>. As complexidades anatômicas presentes nos canais radiculares limitam a desinfecção puramente mecânica, a qual reduz a carga de microorganismos em apenas 53.3%<sup>7</sup>, enquanto que a associação simultânea entre a fase mecânica de instrumentação e a fase química com o uso dos irrigantes aumenta significativamente esta redução para 80%<sup>8</sup>.

O insucesso do tratamento endodôntico, esta relacionado diretamente à manutenção de microorganismos nos canais radiculares, o que se dá em grande parte devido ao selamento coronário inadequado<sup>9,10</sup> ou a persistência de microorganismos em tecidos pulparem residuais, dentina infectada e lesões periapicais, após a terapia instituída<sup>11</sup>. Visando a melhoria do processo relacionado a execução da etapa da fase química, inúmeras soluções auxiliares da instrumentação têm sido estudadas, defendidas e empregadas ao longo do tempo, sendo ainda atualmente, as soluções de hipoclorito de sódio, em diferentes concentrações, as mais usadas, e mundialmente aceitas pelas suas propriedades de clarificação<sup>12</sup>, dissolução de tecido orgânico<sup>13,14</sup>, saponificação<sup>15</sup>, desodorização<sup>13,16</sup> e ação antimicrobiana<sup>8,17,18,19</sup>.

Todavia sua concentração está inversamente relacionada a sua biocompatibilidade<sup>16,20</sup>, sendo nocivo aos tecidos periapicais em caso de injeção acidental nesta região, causando dor severa, rápido desenvolvimento de edema, hematoma, necrose e desenvolvimento de abscessos<sup>21</sup>. Outros pontos negativos são: a falta de substância, restringindo sua atividade apenas ao momento da irrigação<sup>22</sup> e a incapacidade de remoção de smear layer<sup>23</sup>.

A clorexidinagem sendo utilizada desde 1950 em diferentes concentrações, como anti-séptico bucal e dentifício, além de outras aplicações nas áreas médica e em algumas especialidades odontológicas, principalmente na área de periodontia. Tem se mostrado um excelente agente antimicrobiano<sup>22,24,25,26</sup>, com baixa citotoxicidade<sup>27,28,29</sup>. Na endodontia tem sido utilizada como substância química auxiliar<sup>24,30,31,22</sup> e como medicação intracanal<sup>27,32</sup>. A grande vantagem apresentada por esta substância parece ser a substantividade<sup>25,31,33,34</sup>. Estudos demonstram que quando utilizada na forma de gel, está associada a uma menor formação de smearlayer durante o preparo dos canais, quando comparada com o hipoclorito de sódio<sup>22</sup>, todavia é pouco eficiente na dissolução de tecido orgânico<sup>11,14</sup> e também não promove remoção de smear layer<sup>22</sup>.

O objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão de literatura, das soluções de hipoclorito de sódio e da clo-

rexidina, quanto as propriedades antimicrobianas, biocompatibilidade, dissolução de tecido pulpar e remoção de smearlayer, destas substâncias.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A revisão bibliográfica, a que se propôs este trabalho, foi realizada através de um levantamento nas principais bases de dados: Pubmed, Portal de Periódicos CAPES, SCIELO, BBO, BIREME e LILACS. Como palavras-chaves utilizou-se os termos: endodontia; hipoclorito de sódio; clorexidina; irrigantes do canal radicular / endodontics; sodiumhypochlorite; chlorhexidine; root canal irrigants. Não houve restrição com relação ao intervalo de tempo. Inicialmente foram obtidos 229 artigos, em português, espanhol e inglês, dos quais foram selecionados de acordo com o conteúdo abrangido, resultando em 69 artigos utilizados para essa revisão da literatura. Os critérios de exclusão foram artigos que não abordassem diretamente o tema em estudo e artigos noutros idiomas.

## 3. DESENVOLVIMENTO

Uma solução irrigadora considerada ideal deve apresentar um amplo espectro de atividade antimicrobiana, ajudar no debridamento do sistema de canais radiculares, ter capacidade de dissolução de tecido orgânico, exibir boa capacidade lubrificante, oferecer tensão superficial de forma a aceder a áreas inacessíveis, prevenir a formação da smearlayer durante a instrumentação e não possuir efeitos citotóxicos aos tecidos perirradiculares<sup>35</sup>. Porém, estudos<sup>36,37</sup> afirmam, que embora a endodontia tenha evoluído os meios físicos no desenvolvimento de sistemas de agitação para a irrigação intracanal não existe um irrigante como meio químico, único e ideal, capaz de reunir todas as características ideais mencionadas. Assim, o uso combinado de duas ou mais soluções tem sido proposto afim de obter melhores resultados, sendo o hipoclorito de sódio e a clorexidina as soluções irrigadoras mais utilizadas associadas ao uso do EDTA<sup>37</sup>.

### Ação antimicrobiana

O principal objetivo do tratamento endodôntico, é a eliminação total dos microorganismos dos canais radiculares. Segundo Camara (2010)<sup>35</sup>, mais de 300 espécies de bactérias habitam a cavidade oral, sendo que o número de bactérias presentes nos canais radiculares variam de 1 a 12, com predomínio das anaeróbicas, microorganismos que desempenham papel importante na etiologia e manutenção das infecções pulpares e periapicais<sup>26</sup>. Os antimicrobianos agem sobre as bactérias inibindo seu crescimento ou causando sua destruição<sup>38</sup>. Podem ser classificados como bactericidas, atuando na destruição das bactérias; ou bacteriostáticos; inibindo o crescimento

bacteriano<sup>39</sup>.

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é muito utilizado mundialmente como solução irrigadora, principalmente por ser um efetivo agente antimicrobiano<sup>16,40</sup>, atividade proporcional à sua concentração, que varia de 0,5% a 5,25%<sup>41,42</sup>. Bosch-Aranda *et al.* (2012)<sup>43</sup>, relatam que o NaOCl, apresenta uma atividade antimicrobiana bastante eficaz contra bactérias presentes nos canais radiculares, com capacidade de oxidar e hidrolisar proteínas celulares. Estudos relatam<sup>2,44,45</sup> que a atividade antimicrobiana do hipoclorito de sódio o torna a solução irrigadora de escolha pelos cirurgiões-dentistas, principalmente em casos de dentes com polpa necrosada. Sua eficiência está baseada no seu alto pH, nas alterações biossintéticas no metabolismo celular e destruição fosfolipídica<sup>2</sup>.

A clorexidina vem sendo muito utilizada durante o tratamento endodôntico, como solução irrigadora e medicação intracanal. Isso se deve, à sua atividade antimicrobiana de amplo espectro de ação<sup>35</sup>, pois possui forte atuação contra grande número de microrganismos gram positivos e gram negativos, leveduras, anaeróbicos, facultativos e aeróbios<sup>11,24,26,47,48</sup> principalmente contra *Enterococcus faecalis*<sup>26,46</sup> um dos microrganismos anaeróbicos gram positivo, fortemente relacionado aos tratamentos endodônticos fracassados<sup>46</sup>.

Estrela *et al.* (2003)<sup>2</sup>, explica a atividade antimicrobiana da clorexidina através da conexão entre a sua natureza catiônica com o composto aniônico. Dessa forma, a clorexidina atua sobre a membrana plasmática da bactéria, promovendo perda de equilíbrio osmótico, o que resulta em um vazamento de material intracelular, e assim a destruição da bactéria<sup>11, 12,44</sup>. Baixas concentrações de clorexidina resultam em um efeito bacteriostático, pois permite que substâncias de pequeno peso molecular escapem, já em altas concentrações, possui efeito bactericida devido à precipitação e/ou coagulação do citoplasma<sup>26</sup>.

Uma das vantagens da clorexidina é a substantividade, uma propriedade de grande importância em casos de polpa necrosada e infectada, já que oferece uma ação antimicrobiana residual, ou seja, que perdura por períodos mais longos de tempo, promovendo uma limpeza mais efetiva dos canais radiculares, contribuindo para o sucesso da terapia endodôntica<sup>49</sup>. A substantividade da solução é otimizada, por sua viscosidade, mantendo contato com as paredes dos túbulos dentinários<sup>26</sup> e é tão elevada, que pode se estender de alguns dias a até 12 semanas<sup>49</sup>.

Estudos realizados a fim de comparar o potencial de ação antimicrobiana das soluções irrigadoras não são recentes. Ringel *et al.* (1982)<sup>51</sup>, estudaram o efeito da clorexidina e do hipoclorito de sódio como soluções irrigadoras, foi utilizado gluconato de clorexidina a 0,2% e hipoclorito de sódio a 2,5% em 60 dentes, a fim de obter análises microbiológicas de bactérias aeróbicas e

anaeróbicas. Os autores concluíram que o hipoclorito de sódio a 2,5% como irrigante endodôntico foi mais eficaz que o gluconato de clorexidina a 0,2% como agente antibacteriano. Menezes *et al.* (2004)<sup>52</sup>, avaliaram *in vitro*, a efetividade do hipoclorito de sódio (NaOCl), clorexidina (CHX) e cinco medicamentos intracanal sobre microrganismos em canais radiculares. Foi utilizado, noventa e seis dentes humanos uniradiculares e após esterilização foram contaminados com *Candida albicans* e *Enterococcus faecalis*. Puderam concluir que a pasta de Ca(OH)<sub>2</sub> com PMCC foi o medicamento intracanal mais efetivo para a eliminação dos dois microrganismos e que a solução de 2% CHX foi mais efetiva que 2,5% NaOCl contra *E. faecalis*.

Rosenthal *et al.*, (2004)<sup>49</sup> relataram a substantividade da clorexidina (CHX) a 2% no sistema de canais radiculares e avaliaram a efetividade da clorexidina a longo prazo com relação a efetividade antimicrobiana. Os resultados deste estudo indicaram que CHX é mantida na dentina do canal radicular em porções efetivas antimicrobianas por mais de 12 semanas. Estrela *et al.* (2009)<sup>50</sup>, constataram em estudos longitudinais a eficácia da clorexidina em infecções endodônticas detectadas por meio de cultura ou reação em cadeia da polimerase (PCR), e concluiu que o emprego da clorexidina como irrigante durante o preparo de canais radiculares infectados reduziu a microbiota endodôntica remanescente.

Portanto, tanto o hipoclorito de sódio, quanto a clorexidina possuem uma boa capacidade de ação antimicrobiana, uma característica eficaz e imprescindível para uma solução endodôntica.

## Biocompatibilidade

Uma solução irrigadora deve apresentar biocompatibilidade, e não interferir no processo de cura<sup>25</sup>. Um material biocompatível tem a capacidade de desempenhar uma resposta apropriada numa determinada aplicação com o mínimo de reações alérgicas, inflamatórias ou tóxicas, quando em contato com tecidos vivos. Portanto, pode ser definida com a habilidade de um material em ser compatível com tecidos vivos, sem causar danos<sup>53</sup>.

De acordo com Camara (2010)<sup>35</sup>, a biocompatibilidade do hipoclorito de sódio é inversamente proporcional a sua concentração, assim quanto menor sua concentração, maior a sua biocompatibilidade. Embora grande número de trabalhos relatem que o hipoclorito de sódio apresenta toxicidade, gosto e cheiro desagradável, risco de enfisema, potencial alergênico e causticidade<sup>3,42,45,54</sup>, em concentrações mais reduzidas, tal como 0,5% - 1%, o NaOCl, apresenta uma compatibilidade biológica aceitável<sup>2,16</sup>. Por esse motivo, a utilização de NaOCl em concentrações elevadas pode promover, alterações celulares biossintéticas, alterações no metabolismo celular, destruição de fosfolípidos e inibição enzimática irrever-

sível<sup>55</sup>. Também quando em contato com tecidos periapicais, se torna uma ameaça durante o tratamento endodôntico devido seu efeito tóxico na região apical e nos tecidos periodontais<sup>44</sup>.

Segundo Zhu *et al.* (2013)<sup>57</sup>, num estudo realizado com 314 diplomatas da *American Board of Endodontics*, 132 membros reportaram terem tido algum tipo de acidente com solução de NaOCl. Os tipos de acidentes mais frequentes relacionados à extrusão de NaOCl, reportados na literatura, foram: injeção iatrogênica descuidada, extrusão de NaOCl no seio maxilar e extravasamento de NaOCl para os tecidos periradiculares.

A clorexidina se destaca, por apresentar biocompatibilidade, não sendo irritante aos tecidos periapicais<sup>31,22,58,29</sup>. Deve ser indicada, em situações em que o paciente é alérgico ao NaOCl, em casos de dentes com ápices abertos<sup>28,54,42,59</sup>, tratamento de dentes com polpa necrosada associada à rizogênese incompleta, em casos onde o risco de extravasamento apical é grande; quando os microrganismos estão resistentes ao tratamento endodôntico e em lesões refratárias<sup>35</sup>.

### Dissolução de tecido pulpar

As soluções irrigadoras deveriam ter um efeito de máxima dissolução tecidual, para garantir a completa eliminação de bactérias e a digestão dos restos orgânicos, evitando a presença de uma nova fonte de infecção<sup>60</sup>.

Uma das propriedades do NaOCl é a sua capacidade de dissolução de tecido orgânico, características consideradas por muitos autores como sendo a principal vantagem sobre a clorexidina<sup>51,25,29,45</sup>. Contudo, não é uma propriedade seletiva, por isso em elevadas concentrações o NaOCl, pode dissolver tanto tecidos necrosados quanto vivos, indistintamente<sup>61</sup>. Segundo Estrela *et al.* (2003)<sup>2</sup>, a dissolução tecidual pode ser verificada através de reações de saponificação, onde o hipoclorito de sódio destrói ácidos e lipídeos, resultando em sabão e glicerol.

A capacidade de dissolução dos tecidos pulpares depende de vários fatores como, concentração, temperatura da solução e agitação. Com o uso de uma solução mais concentrada de hipoclorito de sódio e o aumento da temperatura e da agitação houve uma melhora na capacidade de dissolução de tecidos<sup>62</sup>.

A clorexidina não é eficiente na dissolução de tecidos pulpares e remanescentes, o que a deixa, neste aspecto, em desvantagem sob o hipoclorito de sódio<sup>63</sup>.

Naenni *et al.* (2004)<sup>14</sup>, avaliaram a capacidade de dissolução de tecido necrótico de alguns irrigantes de canais radiculares, como o hipoclorito de sódio a 1% (NaOCl), clorexidina a 10%, peróxido de hidrogênio a 3% e 30%, ácido peracético a 10%, dicloroisocianurato (NaDCC) e ácido cítrico a 10. Concluíram que nenhuma das soluções testadas, exceto o hipoclorito de sódio, teve alguma capacidade de dissolução tecidual substancial. Por conseguinte, apenas o hipoclorito de sódio é capaz

de remover tecidos orgânicos, característica de grande importância para uma solução irrigadora.

### Remoção de smearlayer

Estudos indicam que a smearlayer, deve ser removida, pois possui volume e espessura imprevisíveis, grande quantidade de bactérias, tecidos necróticos e detritos, além de atuar como substrato para as bactérias, que podem se infiltrar nos túbulos dentinários impedindo a desinfecção pós agentes irrigantes. Pode atuar também como uma barreira para os materiais obturadores impossibilitando um bom escoamento do cimento<sup>35,64</sup>.

Os métodos mais utilizados para sua remoção são: remoção química, agitação manual, sônica, ultrassônica, laser, e a associação de algumas dessas técnicas<sup>65</sup>. Tanto o hipoclorito de sódio, como a clorexidina não são capazes de remover totalmente a smear layer<sup>66,67</sup>. Portanto, torna-se necessário o uso adicional do EDTA 17% após o preparo biomecânico, afim de promover melhor limpeza dos canais radiculares, já que o EDTA tem capacidade de dissolver tecidos mineralizados e promover efetiva remoção da smearlayer, o que facilita um selamento adequado do canal radicular no momento da obturação endodôntica<sup>66,41,67</sup>.

O NaOCl sozinho, é capaz de remover apenas injúrias superficiais e o componente orgânico da smearlayer; porém não consegue remover sua parte inorgânica<sup>1</sup>. A clorexidina quando comparada sob suas duas formas de apresentação, gel ou líquida, verifica-se que a solução em gel é mais efetiva na remoção da smearlayer, porém apresenta grande dificuldade de se misturar, devido sua alta viscosidade, necessitando de um tempo maior para reagir no interior do canal<sup>42</sup>.

Prado *et al.* (2014)<sup>68</sup>, relataram o efeito das soluções de EDTA, hipoclorito de sódio (NaOCl) e clorexidina, como irrigante final, na rugosidade da superfície dentinária. Em casos em que a smearlayer foi mantida, os protocolos de irrigação final com NaOCl e clorexidina não alteraram os valores de rugosidade encontrados. Já o uso combinado de EDTA e NaOCl aumentou a rugosidade de maneira significativa. Este resultado pode ser explicado devido à ação quelante do EDTA, removendo a porção inorgânica da smear layer, associado à ação proteolítica do NaOCl, removendo a porção orgânica. Portanto, o estudo revelou que os protocolos de irrigação final apresentam diferentes efeitos na rugosidade da superfície dentinária, fato importante constatado já que a topografia da superfície dentinária influencia no molhamento para a união ao material restaurador e ao cimento endodôntico. Há diversas vantagens em se realizar o procedimento de união em uma superfície rugosa, não necessariamente devido ao embricamento mecânico, mas devido à maior área de superfície de contato entre substrato e material restaurador ou cimento.

## 4. CONCLUSÃO

Tanto o hipoclorito de sódio quanto a clorexidina apresentam efeitos antimicrobianos, porém ambos não são capazes de remover totalmente a smearlayer, por isso à associação com o uso de EDTA torna-se viável. A principal vantagem do hipoclorito de sódio sobre a clorexidina é a capacidade de dissolver tecidos orgânicos em contra partida porém a clorexidina apresenta biocompatibilidade, não sendo irritante aos tecidos periapicais, além de possuir substantividade, isto é, tem efeito antimicrobiano residual. Apesar das substâncias químicas auxiliares irrigadoras serem muito eficientes, ainda não existe uma solução que apresente todas as propriedades adequadas para promover a desinfecção completa do sistema de canais radiculares.

## REFERÊNCIAS

- [1]. Liolios E, Economides N, Parassis-Messimeris S, Boutsioukis A. The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. *Int Endod J.* 1997; 30(1):51-7.
- [2]. Estrela C, Ribeiro RG, Estrela CR, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Antimicrobial effect of 2% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine tested by different methods. *Braz Dent J.* 2003; 14(1):58-62.
- [3]. Cheung GS, Stock CJ. In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. *Int Endod J.* 1993; 26(6):334-43.
- [4]. Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *J Endod.* 1995; 21(10):513-5.
- [5]. Estrela C. *Ciência Endodôntica*. 1ª ed. São Paulo: Artes Médicas. 2004; 1010.
- [6]. Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Comparative study of the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gel, chlorhexidine solution and sodium hypochlorite as endodontic irrigants. *Braz Dent J.* 2007; 18(4):294-8.
- [7]. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 1981; 89: 321-328.
- [8]. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the effect of 0,5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. *Oral Surg.* 1983; 55(3):307-12.
- [9]. Hommez GM, Coppens CR, De Moor RJ. Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. *IntEndod J.* 2002; 35(8):680-9. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00546.x>. PMID:12196221
- [10]. Ferraz EG, Carvalho CM, Cangussu MCT, Albergaria S, Pinheiro ALB, Marques AMC. Selamento de cimentos provisórios em endodontia. *RGO.* 2009; 57(3):323-7.
- [11]. Okino LA, Siqueira EL, Santos M, Bombana AC, Figueiredo JA. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *IntEndod J* 2004; 37(1):38-41.
- [12]. Lui JN, Sae-Lim V, Song KP, Chen NN. In vitro antimicrobial effect of chlorhexidine-impregnated guttapercha points on *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2004; 37(2):105-13.
- [13]. Pécora JD, Souza-Neto MD, Estrela C. Soluções auxiliares do preparo do canal radicular. In: Estrela C, Figueiredo JAP. *Endodontia: princípios biológicos e mecânicos*. São Paulo: Artes Médicas. 2001; 553-69.
- [14]. Naenni N, Thoma K, Zehnder M. Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential irrigants. *J Endod.* 2004; 30(11):785-7.
- [15]. Gordon TM, Damato D, Christner P. Solvent effect of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue. *J Endod.* 1981; 7(10):466-9.
- [16]. Estrela C, Estrela CRA, Barbin EL, Spanó JCE, Marchesan MA, Pécora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J.* 2002; 13(2):113-7.
- [17]. Harrison JW. Irrigation of the root canal system. *Dent Clin North Am.* 1984; 4:797-808.
- [18]. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Favieri A, Lima K. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5% and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.* 2000; 6:331-4.
- [19]. Berber VB, Gomes BPFA, Sena NT, Vianna ME, Ferraz CCR, Zaia AA, et al. Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules. *Int Endod J.* 2006; 39:10-7.
- [20]. Punia CM, Punia S, Root V. Canal Irrigants And Irrigation Techniques-A Review Part 1. *Ind Jour Dent Scien.* 2012; 3(4):91-4.
- [21]. Pshima, Z.; Boutsoukis, C.; Kastrinakis, E. Effect of Needle Insertion Depth and Root Canal Curvature on Irrigant Extrusion Ex Vivo. *Journal of Endodontics* 2013; volume 39(4):521-24.
- [22]. Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *J Endod.* 2001; 27(7):452-5.
- [23]. Zhang K, Tay F. The effect of initial irrigation with two different sodium hypochlorite concentrations on the erosion of instrumented radicular dentin. *Dental materials, Dental Materials.* 2010; 26(6):514-23.
- [24]. Delany GM, et al. The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. *Oral Surg* 1982 May; v. 53, p. 518-522.
- [25]. Leonardo MR, et al. In vivo antimicrobial activity of 2,0% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J. Endod* 1999 Mar; v. 25, n. 3, p. 167-171.
- [26]. Gomes BPFA, Souza SFC, Ferraz CCR, Teixeira FB, Zaia A, Valdrighi L et al. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *IntEndod J.* 2003; 36:267-75
- [27]. Ohara PK, Torabinejad M, Kettering JD. Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *Endod Dental Traumat.* 1993 Jun; 9(3):95-100.
- [28]. Jeanson MJ, White RRA. Comparison of 2,0% chlorhexidine gluconate and 5,25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontics irrigants. *J. Endod.* 1994; 20(6): 276-8.

- [29]. Tanomaru Filho M, et al. Inflammatory response to different irrigant solutions. *Int. Endod. J.* 2002; 26(9):735-8.
- [30]. Parsons GJ, Patterson SS, Miller CH, Katz S, Kafrawy AH, Newton CW. Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndodont.* 1980;49(5):455-9.
- [31]. White RR, Hays GL, Janer LR. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J. Endod* 1997; 23(4): 229-31.
- [32]. Siqueira Jr JF, Uzeda M. Intracanal medicaments: evaluation of the antibacterial effects of chlorhexidine, metronidazole and calcium hydroxide associated with three vehicles. *J Endod.* 1997; 23(3):167-9.
- [33]. Komorowski R, Grad H, Wu XY, Friedman S. Antimicrobial substantivity of chlorhexidine treated bovine root dentin. *J Endod.* 2000 Jun; 26(6):315-7.
- [34]. Dametto FR, Ferraz CCR, Gomes BPFA, Teixeira FB, Zaia A, Souza Filho FJ. In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod.* 2005; 99:768-72.
- [35]. Câmara A, Albuquerque M, Aguiar C. Soluções Irrigadoras Utilizadas para o Preparo Biomecânico de Canais Radiculares. *Rev PesqBras Odo CliInt, João Pessoa* 2010; 10(1):127-33.
- [36]. Gu L, et al. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod* 2009; 35(6):791-804.
- [37]. Alkahtani A, et al. Cytotoxicity of Mix endodontic irrigating solution on human bone marrow mesenchymal stem cells. *BMC Oral Health* 2014; 14(27).
- [38]. Sáez-Llorens X. Impact of an antibiotic restriction policy on hospital expenditures and bacterial susceptibilities: a lesson from a pediatric institution in a developing country. *Pediatr Infect Dis J.* 2000; 19:200-6.
- [39]. Iqbal A. Antimicrobial Irrigants in the Endodontic Therapy. *Int J Heal ScienQassim University* 2000; 6(2):153-8.
- [40]. Hulsmann, M., Hahn, W. Complications during root canal irrigation - literature review and case reports. *Intl Endod J* 2000; 33:186-93.
- [41]. Menezes AC, Zanet CG, Valera MC. Smear layer removal capacity of disinfectant solutions used with and without EDTA for the irrigation of canals: a SEM study. *PesquiOdontol Bras* 2003; 17(4):349-55.
- [42]. Vianna ME, Gomes BP, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CC, de Souza-Filho FJ. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol OralRadiolEndod* 2004; 97(1):79-84.
- [43]. Bosch-Aranda M. Complications following an accidental sodium hypochlorite extrusion: A report of two cases. *J Clin Exp Dent* 2012; 4(3):e194-8.
- [44]. Onçad O, Hoppgor M, Hilmiodlu S, Zekiodlu O, Eronat C, Burhanodlu D. Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. *IntEndod J* 2003; 36(6):423-32.
- [45]. Yamashita JC, Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Rossi MA, Silva LA. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a rootcanalirrigant. *IntEndod J* 2003; 36(6):391-4.
- [46]. Zamany A, Safavi K, Spångberg LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod* 2003; 96(5):578-81.
- [47]. Oztan MD. Endodontic treatment of teeth associated with a large periapical lesion. *IntEndod J.* 2002; 35(1):73-8.
- [48]. Lin YH, Mickel AK, Chogle S. Effectiveness of selected materials against *Enterococcus faecalis*: part 3. The antibacterial effect of calcium hydroxide and chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2003; 29(9):565-6.
- [49]. Rosenthal S, Spangberg L, Safavi K. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod.* 2004; 98(4):488-92.
- [50]. Estrela CRA, Avila GEG, Decurcio DA, Silva JA, Estrela C. Eficácia da clorexidina em infecções endodônticas – revisão sistemática. *Rev. bras. Odontol., Rio de Janeiro.* 2009; 6(1):133-41.
- [51]. Ringel AM, Patterson SS, Newton CW, Miller CH, Mulhern JM. In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. *J Endod.* 1982; 8(5):200-4.
- [52]. Menezes MM, Valera MC, Jorge AO, Koga-Ito CY, Camargo CH, Mancini MN. In vitro evaluation of the effectiveness of irrigants and intracanal medicaments on microorganisms within root canals. *IntEndod J.* 2004; 37(5):311-9.
- [53]. Revista de Odontologia UNESP. Efeito de diferentes soluções utilizadas como irrigantes final na superfície dentinária: análise de rugosidade 2014; 43(1):36-40. [acesso 10 julho 2015]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1097/00004770-200107000-00004>.
- [54]. Weber CD, Mcclanahan SB, Miller GA, Dienerwest M, Johnson JD. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *J Endod* 2003; 29(9):562-4.
- [55]. Noites R, Carvalho M, Vaz I. Complicações que podem surgir durante o Uso do Hipoclorito de Sódio no Tratamento Endodôntico. *Rev PortEstomatol, MedDentCir Max.* 2009; 50(1):53-5.
- [56]. Serrão NRPM. Acidentes com Hipoclorito de Sódio durante o Tratamento Endodôntico. Faculdade de ciência da saúde de Universidade Fernando Pessoa. 2014.
- [57]. Zhu, W., et al. Anatomy of sodium hypochlorite accidents involving facial ecchymosis – A review. *JD* 2013; 41:935-48.
- [58]. Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *IntEndod J.* 2001; 34(6):424-8.
- [59]. Gomes-Filho JE, Aurélio KG, Costa MM, Bernabé PF. Comparison of the biocompatibility of different root canal irrigants. *J Appl Oral Sci.* 2008; 16(2):137-44.
- [60]. Estudos Biológicos Biosintesis. Laboratório Biosintesis P&D LTDA. 2014. [acesso 15 juho 2015]. Disponível em: <http://biosintesis.com.br/estudos-biologicos/biocompatibilidade/>.
- [61]. Candeirol, G. T. M. Influência da solução irrigadora e do material obturador na infiltração apical de dentes tratados endodonticamente: avaliação pelo método de infiltração

- de fluídos [Dissertação]. Programa de Pós graduação em Odontologia da Universidade Federal do Ceará, 2010.
- [62]. Stojicic S, Zivkovic S, Qian W, Zhang H, Haapasalo M. Tissue dissolution by sodium hypochlorite: effect of concentration, temperature, agitation, and surfactant. *J Endod.* 2010; 36(9):158-62.
- [63]. Siqueira JF, Rôças IN, Paiva SS, Guimarães PT, Magalhães KM, Lima KC. Bacteriologic investigation of the effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine during the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral RadiolEndod.* 2007; 104(1):122-30.
- [64]. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006; 32(5):389-98.
- [65]. Violich CR, Chandler N. The smear layer in endodontics – a review *International Endodontic Journal.* Oxford 2010; 43(2): 2-15.
- [66]. Vivacqua-Gomes N, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *IntEndod J.* 2002; 35(9):791-5.
- [67]. Hariharan VS, Nandlal B, Srilatha KT. Efficacy of various root canal irrigants on removal of smear layer in the primary root canals after hand instrumentation: A scanning electron microscopy study. *J Indian SocPedodPrev Dent.* 2010; 28(4):271-7.
- [68]. Prado M, Assis DF, Simão RA. Efeitos de diferentes soluções utilizadas como irrigante final na superfície dentinária – análise de rugosidade. *Rev Odontol UNESP.* 2014; 43(1):36-40.