

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENDODONTIA

JACIRA CARBONELL CORRÊA

USO DE GÉIS NO PREPARO QUÍMICO
MECÂNICO DE CANAIS RADICULARES

Revisão de literatura

PORTO ALEGRE

2013

JACIRA CARBONELL CORRÊA

USO DE GÉIS NO PREPARO QUÍMICO MECÂNICO DE CANAIS RADICULARES

Revisão de literatura

Trabalho de Conclusão apresentado ao
Curso de Especialização em Endodontia
da Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul como requisito parcial para obtenção
do título de Especialista em Endodontia
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Simone Bonato Luisi

PORTO ALEGRE

2013

JACIRA CARBONELL CORRÊA

USO DE GÉIS NO PREPARO QUÍMICO MECÂNICO DE CANAIS RADICULARES -
REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Especialização em Endodontia da
Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como
requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Endodontia

Porto Alegre, 04 de Julho de 2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Simone Bonato Luisi (Orientadora)
Faculdade de Odontologia/UFRGS

Prof. Dr. Francisco Montagner
Faculdade de Odontologia/UFRGS

Prof. Ricardo Abreu da Rosa
Faculdade de Odontologia/UFRGS

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sandra e Bartolomeu, e aos meus irmãos pelo apoio. Vocês são um grande incentivo para a minha vida. Em especial à minha mãe, pela força e determinação, meu exemplo desde criança.

Aos meus queridos amigos, que sempre estiveram torcendo pelo meu crescimento.

Às minhas colegas e amigas do Curso de Especialização, vocês tornaram esses dois anos maravilhosos.

À Andréa, obrigada pelo carinho e dedicação. A tua alegria e paciência, mesmo diante das reclamações dos pacientes mais difíceis foram um exemplo de conduta para a nossa turma.

Aos professores do Curso de Especialização, em especial à minha orientadora Simone Bonato Luisi. Obrigada por todo conhecimento e aprendizado adquiridos ao longo do curso, experiências clínicas e de vida.

Agradecimento muito especial ao Vinicius Coelho Carrard por todo o apoio ao longo desses quase 8 anos em que estamos juntos. Obrigada pelo companheirismo, pela paciência, pelo carinho, pela amizade, pelo sorriso, pelo abraço, pela mão que sempre se estendia quando eu precisava. Esta caminhada não seria a mesma sem a tua companhia. Sou muito feliz, felicidade que hoje eu tenho plena noção da imensidão. *Into ocean blue!*

Os homens semeiam na terra o que colherão na vida espiritual:
os frutos da sua coragem ou da sua fraqueza.

Allan Kardec

RESUMO

CORRÊA, J. C. **Uso de géis no preparo químico mecânico de canais radiculares - Revisão de literatura.** 2013. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

Durante o preparo químico-mecânico dos canais radiculares, substâncias químicas auxiliares são empregadas com o propósito de contribuir com o sucesso do tratamento endodôntico. Espera-se que estas substâncias apresentem efeito antimicrobiano substantividade, biocompatibilidade e que promovam a dissolução de tecido orgânico e a remoção da *smear layer*. Alguns autores têm sugerido a utilização de irrigantes viscosos como formulações em géis pelas suas propriedades mecânicas e capacidade de se manterem em contato com os microrganismos por mais tempo. Objetivo do presente estudo, por meio de revisão de literatura, foi descrever o uso dos géis como irrigantes de canal, focando nas suas vantagens e limitações. A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida através da análise crítica de artigos científicos selecionados através da base de dados PUBMED. Foram selecionados os artigos na língua inglesa que se enquadravam no tema proposto. Não foram estabelecidos limites de período. Atualmente, dentre os irrigantes na forma de gel, a Clx é a mais estudada e utilizada. Possui ação antimicrobiana, substantividade, ação lubrificante, favorece remoção da *smear layer*, é solúvel e biocompatível aos tecidos periapicais. O gel NaOCl também foi testado, mas até o presente momento, existem poucos estudos a respeito dos efeitos e das propriedades deste irrigante. Ainda não existe um irrigante químico do preparo do canal radicular que contemple todas as propriedades desejáveis de um irrigante ideal. Entretanto, o gel de Clx é o irrigante que abrange o maior número de propriedades desejáveis apresentando a desvantagem de não dissolver tecido orgânico.

Palavras chave: irrigantes do canal radicular; clorexidina; hipoclorito de sódio, endodontia

ABSTRACT

CORRÊA, J. C. Use of gels in the chemical mechanical preparation of root canals – Literature review. 2013. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós Graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

During chemomechanical preparation of root canals, chemicals are used with the purpose of contributing to success of the endodontic treatment. Those chemicals are expected to present antibacterial effect, substantivity, biocompatibility and to promote organic tissue dissolution and smear layer remotion. Some authors have suggested the use of viscous irrigants prepared as gels due to their mechanical properties and their capacity of keep in contact with microorganisms for longer. The aim of the present study was, by means a literature review, to describe the use of clorhexidine (Clx) and sodium hypochlorite gels as root canal irrigants focusing on their advantages and limitations. The articles were obtained from PUBMED database and critically evaluated. Articles in English language associated to proposed issue were selected. There were no limits for period. Nowadays Clx is the most studied and used root canal irrigant available as gel. Antimicrobial effect, substantivity, lubricant capacity, smear layer remotion, solubility and biocompatibility for periapical tissues are among its interesting properties. The gel of sodium hypochlorite was also assessed, but currently few studies about its effects and properties have been performed. No chemical agent fulfills all criteria for the ideal irrigant so far. However, gel of Clx is the irrigant exhibiting the higher number of desirable properties, presenting as limitation the lack of organic tissue dissolution.

Keywords: root canal irrigants; clorexidine; sodium hypochlorite; endodontics

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	METODOLOGIA.....	10
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3.1	Dificuldades relacionadas ao tratamento endodôntico.....	11
3.2	Irrigantes em endodontia.....	12
3.2.1	Clorexidina.....	13
3.2.2	Hipoclorito de sódio.....	18
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
	REFERÊNCIAS.....	24

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico consiste no acesso ao sistema de canais radiculares para a remoção do seu conteúdo orgânico e posterior preenchimento do mesmo com material biocompatível, caracterizando a obturação do(s) canal(is). A remoção do conteúdo orgânico do interior dos canais radiculares é obtida por uma série de procedimentos que caracterizam a etapa chamada de preparo químico-mecânico (PQM) (GARG, GARG, 2010; CARROTE, 2004). Esses procedimentos usualmente envolvem a utilização de instrumentos e de soluções irrigadoras, através dos quais é possível a ampliação dos canais e, simultaneamente, a progressiva desinfecção dos mesmos.

O sucesso do tratamento endodôntico sofre forte influência desta etapa, pois um PQM insatisfatório determina a manutenção de infecção no sistema de canais radiculares e conseqüentemente do processo inflamatório. As infecções endodônticas persistentes podem estar associadas a diversos fatores, entre eles a complexidade do sistema de canais radiculares, a presença de microrganismos resistentes e a presença de corpos estranhos na região periapical (SIQUEIRA Jr., 2001; NAIR, 2006). Dentre os fatores mencionados, os dois primeiros estão diretamente associados à manutenção de bactérias no interior do sistema de canais.

Durante o PQM são empregadas limas endodônticas (rotatórias ou manuais) com características variáveis no que diz respeito à flexibilidade, calibre e poder de corte (LOPES, ELIAS, SIQUEIRA Jr., 2010). Esses instrumentos promovem a remoção mecânica de microrganismos, produtos bacterianos e tecidos degenerados, auxiliados por substâncias irrigadoras que maximizam a remoção de detritos pela ação mecânica de fluxo e refluxo. A ação mecânica da instrumentação e da irrigação é suficiente para remover grande quantidade de microrganismos e de tecido do interior do canal radicular, mesmo quando essa solução é inerte (SIQUEIRA Jr., RÔÇAS, LOPES, 2005). Contudo, sabe-se que a eliminação total das bactérias do sistema de canais radiculares dificilmente é obtida. Assim, em determinados casos uma quantidade residual de bactérias pode sobreviver e comprometer o sucesso da terapia endodôntica. O uso de soluções irrigadoras dotadas de ação antimicrobiana

e capacidade de dissolução de matéria orgânica contribui para a redução microbiana (LOPES, SIQUEIRA Jr., ELIAS, 2010).

Dentre as principais substâncias químicas auxiliares estão o hipoclorito de sódio (NaOCl) e a clorexidina (Clx). Cada solução apresenta características específicas que determinam as suas indicações. Estas soluções são eficazes na maior parte dos casos. Contudo, observa-se alguns casos em que lesões periapicais inflamatórias persistem, o que requer a busca por novas alternativas para otimizar a capacidade de desinfecção dos protocolos convencionais. Uma das alternativas que vem ganhando espaço é a utilização de substâncias químicas na forma de gel, com o objetivo de aumentar a lubrificação, diminuir o risco de extrusão de material orgânico para os tecidos periapicais e de facilitar a remoção de lama dentinária (*smear layer*) durante o preparo dos canais (FERRAZ et al., 2001; ZAND et al., 2010).

Diante do que foi exposto o objetivo do presente estudo foi produzir uma revisão de literatura a respeito da utilização de géis no PQM de canais radiculares, destacando as suas vantagens e as suas limitações.

2 METODOLOGIA

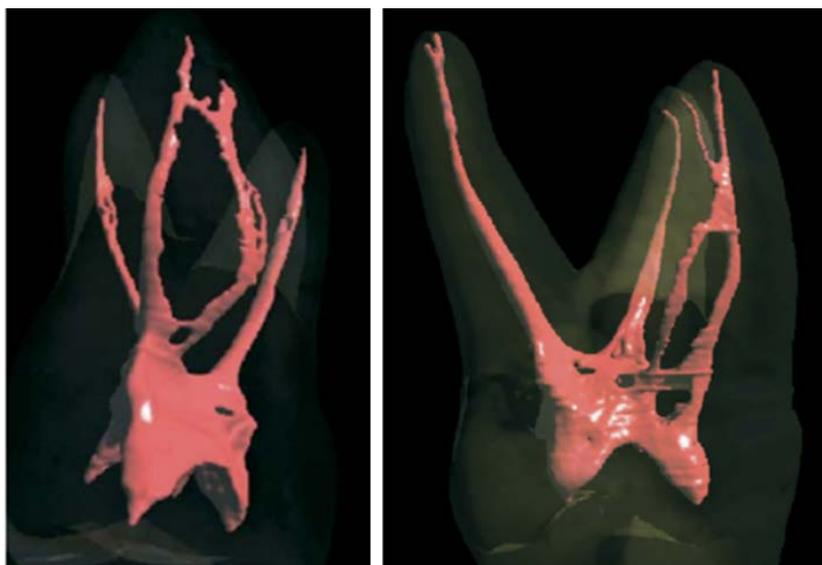
Este estudo é do tipo revisão de literatura e a pesquisa bibliográfica foi desenvolvida através da análise crítica de artigos científicos selecionados através da base de dados PUBMED. Foram realizadas buscas utilizando os descritores “gel” e “root canal” (299 resultados), “root canal” e “irrigants” (59 resultados), “chlorhexidine” e “gel” (152 resultados) e “sodium hypochlorite” e “gel” (178 resultados). Dentre os resultados encontrados, foram selecionados 38 artigos na língua inglesa que se enquadravam no tema proposto. Não foram estabelecidos limites de período. Além disso, livros texto foram utilizados para complementar as informações referentes às diferentes etapas do tratamento endodôntico.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Dificuldades relacionadas ao tratamento endodôntico

Com alguma frequência, observa-se casos em que, mesmo diante dos esforços despendidos no sentido de promover uma boa desinfecção do sistema de canais seguida de obturação dos mesmos, lesões periapicais persistem. Algumas prováveis causas são apontadas por Nair (2006) como responsáveis por estas situações: morfologia dos canais, uma vez que o sistema de canais radiculares por vezes dificulta o acesso tanto dos instrumentos quanto dos agentes irrigadores (Figura 1); bactérias resistentes, como *Enterococcus faecalis*, capazes de sobreviver em situações de baixo aporte nutricional e ausência de oxigênio; complexidade do biofilme, uma vez que comunidades bacterianas se organizam a partir de interações de cooperação entre diferentes espécies, aumentando a sua virulência e a capacidade lesiva sobre os tecidos periapicais; e por último, porém não relacionado com microrganismos, corpos estranhos, como talco, guta-percha, que ao transpassar o forame apical, podem se alojar nos tecido periapicais e sustentar uma reação inflamatória do tipo corpo estranho.

Figura 1 - Imagens evidenciando a complexidade do sistema de canais radiculares



Fonte: CLEGHORN et al., 2006.

Diante dessas dificuldades, torna-se necessária a busca por formas alternativas para otimizar a remoção de microrganismos e material orgânico do interior do sistema de canais radiculares, seja por meio do desenvolvimento de técnicas ou substâncias químicas alternativas.

3.2 Irrigantes em endodontia

O sucesso do tratamento endodôntico está diretamente associado ao controle da infecção. A literatura indica que, tanto a instrumentação rotatória quanto a manual, mesmo quando realizadas corretamente, são insuficientes para remover todos os detritos orgânicos e inorgânicos do sistema de canais radiculares (Peters et al., 2003). Soluções irrigantes desempenham um papel importante, complementando os procedimentos endodônticos de desinfecção (De-Deus, 2009).

Historicamente, inúmeros compostos têm sido sugeridos como irrigantes de canal, desde substâncias inertes como solução fisiológica (solução de cloreto de sódio 0,9%) até altamente tóxicas e alergênicas como o formaldeído. De acordo com Zehnder (2006), um irrigante ideal deve possuir: amplo espectro antimicrobiano, elevada eficácia contra microrganismos anaeróbios e anaeróbios facultativos organizados em biofilme, capacidade de dissolver remanescentes de tecido pulpar, capacidade de inativar endotoxinas, prevenir a formação de smear layer durante a instrumentação ou dissolve-la após ter sido formada, não devem ser tóxicos sistemicamente ou aos tecidos periodontais e devem ter baixo potencial alergênico.

Alguns autores têm recomendado a utilização de irrigantes viscosos como formulações em géis. As propriedades mecânicas do gel parecem ser o principal fator para a sua escolha. A formulação em gel também pode manter o princípio ativo da solução em contato com os microrganismos por mais tempo, inibindo seu crescimento além de possuir ação lubrificante durante a instrumentação (GOMES et al., 2001).

Dentre os irrigantes utilizados na forma de gel, a Clx é a mais estudada e utilizada atualmente. O NaOCl também foi testado, mas até o presente momento, existem poucos estudos a respeito dos seus efeitos e propriedades.

3.2.1 Clorexidina

A Clx é uma bisbiguanida catiônica que foi desenvolvida por volta de 1940 nos laboratórios de pesquisa da *Imperial Chemical Industries Ltd (Macclesfield, England)*. Esta substância tem sido utilizada como irrigante auxiliar em Endodontia devido ao seu amplo espectro antimicrobiano. Além disso, apresenta substantividade, ou seja, efeito duradouro na medida em que se liga à hidroxiapatita do esmalte ou da dentina e é lentamente liberada a medida que a sua concentração no meio decresce, permitindo um tempo de atuação prolongado. Neste sentido, Souza et al. (2012) afirmam que tanto a solução de Clx quanto o gel são capazes de se manter ativos na dentina radicular por até 90 dias, evitando possíveis reinfecções. Em estudo *in vivo*, avaliou-se a substantividade da solução de Clx 2% em dentes com necrose pulpar e lesão periapical diagnosticada por meio de exames radiográficos, sendo observada atividade microbiana por até 48 horas após a sua aplicação (LEONARDO et al., 1999).

Inicialmente, a Clx foi utilizada na forma de solução e, mais recentemente, na forma de gel. Diferentes propriedades do gel de clorexidina (GClx) tem sido avaliadas, tais como: biocompatibilidade, capacidade antimicrobiana, de neutralização de endotoxinas e de remoção da lama dentinária (*smear layer*).

Com o propósito de verificar a biocompatibilidade dessa substância, Faria et al. (2007) realizaram estudo com ensaios *in vitro* e *in vivo* para avaliar, respectivamente, a reação tecidual e a citotoxicidade frente a aplicação de solução de Clx em diferentes concentrações (0.125%, 0.25%, 0.5%, e 1.0%). Observou-se que *in vitro* houve relação direta entre a concentração da Clx e a ocorrência de morte celular (necrose e/ou apoptose) e *stress* celular em fibroblastos L929 em cultura após 24h. A avaliação *in vivo* consistiu na injeção da solução no tecido subcutâneo das patas de ratos Balb/c, sendo a resposta verificada em diferentes tempos experimentais (24h, 48h, 7 dias e 14 dias). Constatou-se que a Clx produziu edema significativo, sendo observada relação dose-resposta. A espessura da pata dos ratos voltou ao normal após 7 dias quando utilizadas as concentrações de 0.125 e 0.24%. Contudo, as concentrações de 0.5 e 1%, induziram aumento de espessura que reduziu ao longo do tempo, mas persistiu significativamente elevado após 14

dias. Os autores observaram também que a Clx, nas concentrações de 0.5 e 1%, causou necrose de coagulação na epiderme, derme e tecido subcutâneo da pata dos ratos, e esteve associada a infiltrado inflamatório em todas as espécies 24h e 48h após a injeção. Após 7 dias, observou-se cicatrização da epiderme e discreto processo inflamatório em todas as concentrações avaliadas. A cicatrização estava completa, restando apenas poucas células mononucleares e fibrose nas concentrações de 0.5 e 1%, após 14 dias.

Ainda no que diz respeito à biocompatibilidade, Gomes-Filho et al. (2008) avaliaram o efeito subcutâneo de diferentes substâncias irrigadoras (0.9% de soro fisiológico estéril, NaOCl 2.5%, NaOCl 5.25% e de Clx 2% (solução e gel). Estas foram injetadas no dorso de ratos Wistar e a reação foi avaliada após 2h, 48h, 14 dias e 30 dias. O NaOCl 5.25% foi o irrigante mais tóxico, induzindo maior número de células inflamatórias, sendo esta resposta mantida após 30 dias. O Grupo tratado com GCx 2% apresentou resposta inflamatória moderada aos 14 dias, atenuada aos 30 dias, sendo esta uma resposta similar a observada no grupo controle e nos demais grupos. Por outro lado, o GCx 2% (composto por gel de natrosol 1% e digluconato de Clx 2%) e o GCx 2% associado ao Calen induziram resposta inflamatória persistente após 63 dias, enquanto a solução de Clx 0.5% associada ao Calen foi capaz de induzir resposta reparativa (Pereira et al., 2012). Conclui-se que a Clx, tanto na forma de solução quanto na forma de gel induz resposta inflamatória, sendo esta transitória e menos acentuada do que a observada frente a outros agentes, como o NaOCl.

Ferraz et al. (2001), através de avaliação com microscópio eletrônico de varredura, verificaram o poder de limpeza do GCx 2% quando comparado ao NaOCl 5.25% e a solução de Clx 2%. A base do GCx usada no estudo foi o Natrosol gel, por ser solúvel em água, não deixando resíduos nas paredes de dentina. Foram utilizados 70 dentes recém extraídos, monorradiculares e com canais retos. Os resultados do estudo indicaram que o GCx obteve maior limpeza das paredes de dentina. As propriedades mecânicas do gel parecem ter sido o principal fator para explicar o seu melhor desempenho, pois a solução de clorexidina não obteve o mesmo desempenho. Assim, a incapacidade da clorexidina em dissolver tecido poderia ser compensada pela limpeza mecânica das paredes de dentina, remoção

de detritos e de tecidos remanescentes, além da propriedade antimicrobiana e seu efeito lubrificante durante a instrumentação. Entretanto, De Vasconcelos et al. (2007), observaram, a partir de estudo *in vitro*, que a combinação com agente quelante (EDTA 17%) potencializa a capacidade de limpeza dos canais obtida pelo uso de NaOCl 2.5% ou GClx 2%, os quais isoladamente apresentam propriedades de limpeza limitadas. Este achado foi reforçado por Valera et al., (2010), onde o GClx 2% foi comparado com diferentes agentes (solução de clorexidina 2%, NaOCl 2.5% e EDTA 17%) de forma isolada ou em associação. Com base em avaliação por meio de microscopia eletrônica de varredura, observaram que a irrigação com NaOCl e GClx seguida de EDTA produziu a melhor limpeza das paredes dos canais radiculares. Segundo esses estudos, o fator diferencial foi a utilização do EDTA, pois tanto o GClx quanto o NaOCl seriam ineficazes na limpeza dos canais. O GClx possuiria a vantagem mecânica de suspender as partículas de dentina, facilitando a sua remoção.

Ainda com relação a esta solução, Paiva et al. (2013b), por meio de estudo *in vitro* e avaliação pela técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR), investigaram se o PQM utilizando irrigação com solução de NaOCl 2.5%, seguido de enxague final com solução de Clx 2% e medicação de demora (pasta de hidróxido de cálcio e Clx 2%) mantida por 1 semana aumentaria sua capacidade antimicrobiana. Constatou-se que o enxague final com Clx e a medicação de demora foram capazes de reduzir significativamente a carga bacteriana quando comparado ao PQM convencional.

A eliminação dos microrganismos do sistema de canais radiculares é um passo fundamental para a obtenção de sucesso na terapia endodôntica. O *E. faecalis* é uma das bactérias frequentemente encontradas em casos de insucesso no tratamento. Isso se explica por sua capacidade de sobreviver em situações de baixo aporte nutricional e ausência de oxigênio. Por esta razão, diversos estudos foram realizados visando a sua eliminação no interior do canal radicular. Assim, Ferraz et al. (2001) avaliaram, através de estudo *in vitro*, a capacidade do GClx 2% (Natrosol gel) contra *E. faecalis* quando comparada ao NaOCl 5.25% e a solução de Clx 2%. Os resultados do estudo indicaram que o GClx possui propriedades antimicrobianas comparáveis aos outros irrigantes testados.

Gomes et al. (2001) realizaram estudo *in vitro* para verificar a eficácia de diversas concentrações da solução de NaOCl (0.5%, 1%, 2.5%, 4% e 5.25%) e da Clx na forma de gel e de solução em três concentrações (0.2%, 1% e 2%) na eliminação do *E. faecalis*. Constataram que todos os irrigantes foram efetivos na eliminação da *E. faecalis*, mas em diferentes tempos. Contudo, a solução de Clx em todas as concentrações e a solução de NaOCl 5.25% foram os irrigantes mais efetivos. Tal fato pode ser explicado pelo tipo de metodologia empregada. Neste estudo foram utilizadas suspensões bacterianas, assim, as soluções seriam mais facilmente misturadas, entrando mais rapidamente em contato com as células bacterianas do que a formulação em gel. Em estudo posterior, com o propósito de comparar a atividade antimicrobiana do GC1x 2% em relação à solução de NaOCl 5.25% e à solução de Clx 2%, 80 premolares inferiores foram preparados pela técnica de instrumentação escalonada, autoclavados e contaminados com *E. faecalis*. Observou-se que a Clx, independente da forma de apresentação, apresentou capacidade antimicrobiana semelhante a do NaOCl logo após o PQM. Por outro lado, essa substância obteve desempenho superior, pois seu efeito foi mantido por um período de 7 dias após o PQM (DAMETTO, et al. 2005).

A combinação entre a Clx e a solução de NaOCl foi avaliada, afim de determinar se melhores resultados seriam encontrados na eliminação da *E. faecalis*. Esta hipótese foi estudada por Vianna e Gomes (2009), a partir de ensaio *in vitro*. As substâncias testadas foram GC1x 2% (Natrosol 1%), solução de Clx 2%, NaOCl 1%, NaOCl 2.5%, NaOCl 5.25% e a combinação das mesmas. Constatou-se que ambas as substâncias, independente da concentração do NaOCl e da forma de apresentação da Clx, foram eficazes contra *E. faecalis*, produzindo zonas de inibição significativas. Contudo, a associação entre o NaOCl e a Clx não aprimorou os efeitos antimicrobianos da mesma, sendo a maior zona de inibição alcançada pelo GC1x 2% testado de forma isolada. Através de microscopia laser confocal, não foram encontradas diferenças entre GC1x 2%, solução de Clx 2% e a solução de NaOCl 2.5%, quando utilizados em associação ou de forma isolada no que diz respeito a capacidade antimicrobiana contra *E. faecalis* (HOHSCHIEDT et al., 2013).

A atividade antimicrobiana contra diferentes bactérias também foi estudada. Sena et al. (2006) investigaram a ação de diferentes substâncias irrigadoras contra

as seguintes espécies organizadas em biofilme: *E. faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis* e *Fusobacterium nucleatum*. As substâncias testadas foram: solução de NaOCl (2.5% e 5.25%) e Clx 2%, nas formas de gel e de solução. Os biofilmes foram imersos nos irrigantes endodônticos, com e sem agitação mecânica dessas substâncias, por 30s e também durante 5, 10, 15, 30 e 60min. Concluiu-se que a agitação mecânica promoveu melhora na capacidade antimicrobiana das substâncias testadas, principalmente nas apresentações em solução, em especial NaOCl 5.25% e Clx 2%.

Ferraz et al. (2007), em estudo *in vitro*, verificaram o efeito antimicrobiano do GClx utilizado como auxiliar químico em comparação ao NaOCl e a solução de Clx. As zonas de inibição criadas por 0.2%, 1% e 2% GClx foram avaliadas contra 5 bactérias anaeróbias facultativas e 4 anaeróbias Gram-negativas, sendo os resultados comparados aos obtidos pelo NaOCl e a solução de Clx. A maior zona de inibição foi originada pelo 2% GClx (11.79mm), sendo significativamente diferente das zonas de inibição do NaOCl, independente da concentração, incluindo NaOCl 5.25% (9.54mm). Contudo, não houve diferença estatisticamente significativa entre as zonas de inibição obtidas entre o GClx e a solução de Clx quando nas mesmas concentrações. Em estudo realizado frente a *Escherichia coli*, o GClx 2% e a solução de NaOCl 2.5% apresentavam efeitos bactericidas comparáveis (MAEKAWA et al., 2011). Valera et al. (2013) realizaram estudo *in vitro* para avaliar o efeito antimicrobiano das seguintes substâncias auxiliares e extratos naturais: 2.5% NaOCl, 2% GClx, óleo de rícino, extrato de Aloe vera, extrato de gengibre e soro fisiológico estéril. Foram utilizados 72 dentes humanos extraídos, suas raízes foram contaminadas com *Candida albican* e *E. faecalis* por 21 dias. Concluíram que, o NaOCl e o GClx eliminaram totalmente os microrganismos do canal radicular.

Estudos *in vivo* também foram realizados a fim de se determinar o efeito antimicrobiano da Clx como auxiliar químico. Vianna et al. (2006) compararam o grau de redução microbiana após a realização do PQM utilizando como irrigantes solução de NaOCl 2.5% e GClx 2% em 32 canais unirradiculares contendo tecido pulpar necrosado. Verificaram que ambas substâncias irrigadoras reduziram a carga bacteriana em mais de 96%. Contudo, NaOCl obteve maior efeito bactericida e

também maior capacidade de remover detritos celulares do interior do canal radicular. Em outro estudo, o GClx 2% utilizado como irrigante e como medicação intracanal, em adição ao hidróxido de cálcio, foi avaliado quanto a capacidade de reduzir os níveis de endotoxinas e de bactérias cultiváveis em dentes humanos com necrose pulpar. Foi observado que, após o PQM utilizando o GClx 2%, ocorreu grande redução do número de bactérias, contudo os níveis de endotoxina reduziram apenas parcialmente. Com relação à medicação intracanal, não houve diferença estatisticamente significativa com relação ao número de bactérias cultiváveis ou aos níveis de endotoxina quando em comparação à análise feita logo após o PQM (VIANNA et al., 2007).

Além da ação antimicrobiana, a redução dos níveis de endotoxinas (lipopolissacarídeos bacterianos - LPS) também assume papel importante para o sucesso do tratamento endodôntico, pois esta é liberada durante a multiplicação e a morte bacteriana, levando a manutenção do processo inflamatório (LEONARDO et al., 2004). Em estudo clínico realizado em dentes com necrose pulpar e periodontite apical, a solução de NaOCl 2.5% e o GClx 2% foram utilizados como auxiliares durante a realização do PQM. Constatou-se que ambos reduzem os níveis de LPS, mas nenhum foi eficaz para eliminar totalmente as mesmas (GOMES, MARTINHO, VIANNA, 2009). Por outro lado, o GClx 2% associado à solução de hidróxido de cálcio saturada ou ao antibiótico polimixina B alcançou entre 96% e 99% da neutralização de LPS (OLIVEIRA et al., 2012).

O GClx apresenta propriedades interessantes no que diz respeito ao poder bactericida, a capacidade de neutralização de endotoxinas e a limpeza das paredes dos canais. Além disso, preserva a força de adesão de pinos de fibra, não interferindo nos procedimentos reabilitadores (CECCHIN et al., 2011).

3.2.2 Hipoclorito de sódio

Um dos irrigantes intracanaís mais utilizados é o NaOCl na forma de solução, devido as suas propriedades antibacterianas e a sua capacidade única de dissolver tecido necrótico e componentes orgânicos da *smear layer* (ZEHNDER, 2006).

O NaOCl é uma base forte (pH>11) e atua como um solvente orgânico, causando hidrólise e degradação de aminoácidos através da produção de moléculas de cloro. Juntamente com seu amplo espectro antimicrobiano, possui a capacidade de ser esporicida e virucida (McDONNELL e RUSSELL, 1999). Além disso, apresenta uma série de propriedades: solvente de matéria orgânica, desodorizante, clareador, lubrificante, baixa tensão superficial e detergente, pois promove a saponificação de lipídios (LOPES, SIQUEIRA Jr., ELIAS, 2010).

A capacidade de dissolução tecidual promovida pelo NaOCl faz com que fragmentos de tecido pulpar sejam liquefeitos, facilitando a sua remoção do interior do sistema de canais radiculares (LOPES, SIQUEIRA Jr., ELIAS, 2010).

O NaOCl pode ser encontrado em concentrações e aditivos variáveis, tais como: *Líquido de Dakin* - solução de NaOCl a 0.5%, neutralizada por ácido bórico; *Líquido de Dausfrene* - solução de NaOCl a 0.5%, neutralizada por bicarbonato de sódio; *Solução de Milton* - solução de NaOCl a 1%, estabilizada por cloreto de sódio (16%); *Licor de Labarraque* - solução de NaOCl a 2.5%; e *Soda clorada* - solução de NaOCl de concentração variável entre 4 e 6%.

A concentração do NaOCl tem influência sobre a ação antimicrobiana e a dissolução tecidual. Essas propriedades diminuem à medida que a solução é diluída. Em relação à toxicidade, a concentração do NaOCl possui relação diretamente proporcional. Portanto, como o hipoclorito de sódio possui a desvantagem de ser irritante e tóxico aos tecidos periapicais (PONTES et al., 2008), o uso de uma formulação em gel poderia ser uma estratégia para reduzir o risco de extrusão para estes tecidos, eliminando os efeitos indesejados decorrentes da mesma. Zand et al. (2010) avaliaram a eficácia de remoção da *smear layer* através da comparação entre a irrigação com NaOCl nas formas de gel e solução. Com base nos seus resultados concluíram que o uso gel de NaOCl pode ser tão eficaz quanto a solução de hipoclorito de sódio na remoção da *smear layer* nos 3 terços do canal radicular.

Van der Vyver et al. (2009) verificaram a eficácia antimicrobiana da solução de NaOCl 3.5%, NaOCl gel 2%, solução de Clx 2.5% e doxiciclina (50mg/ml) sobre *E. faecalis* em cultura e a capacidade de remoção de *smear layer* dessas substâncias em 50 raízes de dentes humanos extraídos. O NaOCl (gel ou solução) obteve as menores médias de zonas de inibição (2.0mm e 2.7mm, respectivamente). A média

das zonas de inibição da doxiciclina e clorexidina foram 12.4mm e 11.11mm, respectivamente. Quanto a remoção da *smear layer*, foram utilizadas 3 formas de ativação das soluções: agulha 30G (controle), ultrassom e escova rotatória. O NaOCl não mostrou efeitos significativos sobre a *smear layer*, independente da concentração e da forma de apresentação.

Os estudos ainda não são claros a respeito da efetiva ação do NaOCl na forma de gel sobre a remoção da *smear layer*.

Outro efeito vinculado à concentração dessa substância seria sobre a dentina. Segundo Sim et al. (2001), o NaOCl 5.25% provocou diminuição significativa na força flexural da dentina quando em comparação ao soro fisiológico e ao NaOCl 0.5%. Em outro estudo, Oliveira et al. (2007) observaram que, após 15 minutos de irrigação com solução de NaOCl 1% e solução de Clx 2%, ambos resultaram em diminuição da microdureza dentinária do canal radicular. Este dado em relação ao NaOCl foi reforçado por Garcia et al. (2013), que avaliaram a alteração da microdureza da dentina do canal radicular ao utilizar 3 formulações de NaOCl (NaOCl 2.5%, Chlor-XTRA e gel de NaOCl 5.5%). Os testes foram realizados em 24 dentes humanos extraídos, suas raízes seccionadas ao longo eixo. Metade de cada raiz foi selecionada e seccionada transversalmente, resultando em uma porção cervical e outra apical, com tamanhos similares. A microdureza de cada porção foi medida previamente ao teste das substâncias. Após 15 minutos da aplicação de cada formulação de NaOCl nova medida foi realizada. Os autores concluíram que, em ambas as porções do canal radicular, a microdureza da dentina foi reduzida, não havendo diferença entre os grupos testados.

Segundo a literatura, o NaOCl altera as propriedades da dentina, podendo ocasionar complicações no que se refere a obturação do canal radicular (PASCON et al., 2009), independente do tipo de apresentação.

Até o presente momento, poucos estudos enfocaram nas propriedades do gel de hipoclorito de sódio. Em função disso, mais estudos poderiam ser realizados a fim de obter-se uma melhor compreensão da sua utilidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Historicamente, inúmeros compostos têm sido sugeridos como irrigantes intracanaís, incluindo substâncias inertes como solução fisiológica (solução de cloreto de sódio 0,9%) ou altamente tóxicas e alergênicas como o formaldeído. De acordo com ZEHNDER, 2006, as propriedades desejáveis a um irrigante intracanal são: amplo espectro antimicrobiano e elevada eficácia contra microrganismos anaeróbios e anaeróbios facultativos organizados em biofilme; capacidade de dissolver remanescentes de tecido pulpar; capacidade de inativar endotoxinas; prevenir a formação de *smear layer* durante a instrumentação ou dissolve-la após ter sido formada e quando em contato com tecidos vitais, não devem ser tóxicos sistemicamente, não devem ser cáusticos aos tecidos periodontais e devem ter baixo potencial alergênico.

A eliminação dos microrganismos do sistema de canais radiculares é um passo fundamental para a obtenção de sucesso na terapia endodôntica. Casos de infecção persistente e de recontaminação podem levar ao fracasso do tratamento. O *E. faecalis* é uma das bactérias frequentemente encontrada nesses casos. Isso se explica por sua capacidade de sobreviver em situações de baixo aporte nutricional e ausência de oxigênio. Em função disso, soluções irrigadoras com amplo espectro bacteriano e eficácia contra microrganismos resistentes têm sido testadas com o propósito de obter-se uma descontaminação mais efetiva. Com base na literatura, tanto a solução de NaOCl quanto o Clx são efetivos na eliminação da *E. faecalis* (GOMES et al., 2001; HOHSCHIEDT et al., 2013; VALERA et al., 2013), bem como contra *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Prevotella intermedia*, *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis* e *Fusobacterium nucleatum* (SENA et al., 2006). Entretanto, deve-se destacar que a Clx, por apresentar substantividade, foi capaz de manter seu efeito ativo na dentina radicular por até 90 dias, evitando possíveis reinfecções (SOUZA et al., 2012; DAMETTO et al., 2005; LEONARDO et al., 1999), diferentemente do NaOCl que apresenta efeito transitório. Não há consenso na literatura com relação a forma de apresentação da Clx mais eficaz contra o *E. faecalis*. Esta discrepância parece estar relacionada a aspectos metodológicos, sendo a solução de Clx mais eficaz quando utilizado o ensaio em

suspensão bacteriana e o gel de Clx quando utilizado o teste de difusão em placa de cultura com agar.

No que diz respeito da capacidade de remoção de endotoxinas (LPS), não há consenso na literatura. Alguns autores encontraram desempenho similar entre GClx e solução de NaOCl, reduzindo estes produtos microbianos, mas não eliminando-os completamente (VIANNA et al., 2007; GOMES, MARTINHO, VIANNA, 2009).

Com base nesses dados, pode-se concluir que o GClx seria mais vantajoso quando em comparação a solução de NaOCl, por possuir substantividade.

O NaOCl possui a importante capacidade de dissolver material orgânico, propriedade ausente no GClx. Contudo, Ferraz et al. (2001) demonstraram que o GClx obteve maior limpeza das paredes de dentina, provavelmente associado às propriedades mecânicas do gel, o que poderia suprir a sua incapacidade de dissolução de matéria orgânica. Em estudo recente o GClx e o NaOCl foram considerados insatisfatórios quanto a limpeza das paredes dos canais radiculares, sendo esta potencializada com o uso de EDTA (DE VASCONCELOS et al., 2007; VALERA et al., 2010b). O NaOCl em forma de gel ainda apresenta poucos estudos, mas quanto a capacidade de remoção da *smear layer*, quando em comparação a solução de NaOCl, não foi observado diferença (ZAND et al., 2010; VAN DER VYVER et al., 2009). As formulações em gel, possuem maior efeito lubrificante, facilitando a instrumentação dos canais e evitando o empacotamento de dentina, pois a mesma ficaria suspensa no gel, facilitando a sua remoção do interior do canal radicular (FERRAZ et al., 2001).

Com relação à biocompatibilidade, sabe-se que a Clx, tanto na forma de solução quanto na forma de gel induz resposta inflamatória, sendo esta transitória e menos acentuada do que a observada frente a outros agentes, como o NaOCl. Assim, a formulação do gel não gera alteração quanto a biocompatibilidade da mesma. Os efeitos tóxicos do NaOCl sobre os tecidos periapicais poderiam ser reduzidos com a utilização dessa substância na forma de gel, contudo mais estudos são necessários para avaliar esse irrigante.

Durante o PQM, o irrigante deve: possuir ação antimicrobiana, lubrificante, remover a *smear layer*, ser solúvel, biocompatível aos tecidos periapicais e manter contato com os microrganismos. Ainda não existe um auxiliar químico do preparo do

canal radicular que contemple todas as propriedades desejáveis de um irrigante ideal. Entretanto, o GClx é o irrigante que abrange o maior número de propriedades desejáveis apresentando a desvantagem de não dissolver tecido orgânico.

REFERÊNCIAS

CARROTTE, P. Endodontics: Part 1- The modern concept of root canal treatment. **Br. Dent. J.**, London, v. 197, no 4, p. 181–183, Aug. 2004.

CECCHIM, D.; de ALMEIDA, J.F.; GOMES, B.P.; ZAIA, A.A.; FERRAZ, C.C. Effect of chlorhexidine and ethanol on the durability of the adhesion of the fiber post relined with resin composite to the root canal. **J. Endod.**, Baltimore, v. 37, no. 5, p. 678-683, May. 2011.

CLEGHORN, B.M.; CHRISTIE, W.H.; DONG, C.C. Root and Root Canal Morphology of the Human Permanent Maxillary First Molar: A Literature Review. **J. Endod.**, Baltimore, v. 32, n. 9, p. 813-821, Sept. 2006.

DAMETTO, F.R.; FERRAZ, C.C.; GOMES, B.P.; ZAIA, A.A.; TEIXEIRA, F.B.; de SOUZA-FILHO, F.J. 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 Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 99, no. 6, p. 768-772, Jun. 2005.

DE-DEUS, G.; GARCIA-FILHO, P. Influence of the NiTi rotary system on the debridement quality of the root canal space. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 108, no. 4, p. e71-e76, Oct. 2009.

de VASCONCELOS, B.C.; LUNA-CRUZ, S.M.; DE-DEUS, G.; de MORAES, I.G.; MANIGLIA-FERREIRA, C.; GURGEL-FILHO, E.D. Cleaning ability of chlorhexidine gel and sodium hypochlorite associated or not with EDTA as root canal irrigants: a scanning electron microscopy study. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 15, no 5, p. 387-391, Oct. 2007.

FARIA, G.; CELES, M.R.; DE ROSSI, A.; SILVA, L.A.; SILVA, J.S.; ROSSI, M.A. Rossi MA Evaluation of chlorhexidine toxicity injected in the paw of mice and added to cultured I929 fibroblasts. **J. Endod.** Baltimore, n. 33, no. 6, p. 715-722, Jun. 2007.

FERRAZ, C.C.; GOMES, B.P.; ZAIA, A.A.; TEIXEIRA, F.B.; SOUZA-FILHO, F.J. Comparative study of the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gel, chlorhexidine solution and sodium hypochlorite as endodontic irrigants. **Braz Dent J.**, Ribeirão Preto, v.18, no. 4, p. 294-298.

FERRAZ, C.C.; GOMES, B.P.; ZAIA, A.A.; TEIXEIRA, F.B.; SOUZA-FILHO, F.J. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. **J. Endod.**, Baltimore, v. 27, n. 7, p. 452-455, Jul. 2001.

GARCIA, A.J.; KUGA, M.C.; PALMA-DIBB, R.G.; SÓ, M.V.; MATSUMOTO, M.A.; FARIA, G.; KEINE, K.C. Effect of sodium hypochlorite under several formulations on root canal dentin microhardness. **J Investig Clin Dent.** v. 25, Jan. 2013.

GARG, N.; GARG, A. **Textbook of endodontics**. 2th ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2010. 278p.

GOMES, B.P.; FERRAZ, C.C.; VIANNA, M.E.; BERBER, V.B.; TEIXEIRA, F.B.; SOUZA-FILHO, F.J. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. **Int. Endod J.**, Oxford, v. 34, no. 6, p. 424-428, Sep. 2001.

GOMES-FILHO, J.E.; AURÉLIO, K.G.; COSTA, M;M.; BERNABÉ, P.F. Comparison of the biocompatibility of different root canal irrigants. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 16, no. 2, p. 137-144, Mar-Apr. 2008.

GOMES, B.P.; MARTINHO, F.C.; VIANNA, M.E. Comparison of 2.5% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine gel on oral bacterial lipopolysaccharide reduction from primarily infected root canals. **J. Endod.**, Baltimore, v. 35, no. 10, p. 1350-1353, Oct. 2009.

HOHSCHIEDT, G.L.; BÖTTCHER, D.E.; FATTURI PAROLO, C.C.; MONTAGNER, F.; GRECCA, F.S. Response of *E. faecalis* biofilms to different associations of auxiliary substances during root canal preparation: A confocal laser microscopy analysis. **Microsc. Res. Tech.**, New York, v. 76, no. 6, p. 658-562, Jun. 2013.

KANDASWAMY, D.; VENKATESHBABU, N.; GOGULNATH, D.; KINDO, A.J. Dentinal tubule disinfection with 2% chlorhexidine gel, propolis, morinda citrifolia juice, 2% povidone iodine, and calcium hydroxide. **Int. Endod J.**, Oxford, v. 43, no. 5, p. 419-423, May. 2010.

LEONARDO, M.R.; TANOMARU FILHO, M.; SILVA, L.A.B. et al. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. **J. Endod.**, Baltimore, v. 25, p. 167–171, 1999.

LEONARDO, M.R.; SILVA RA ASSED, S.; NELSON-FILHO, P. Importance of bacterial endotoxin (LPS) in endodontics. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 12, no. 2, p. 93-98. Jun. 2004.

LOPES, H.P.; SIQUEIRA Jr., J.F.; ELIAS, C.N. Substâncias químicas em pregadas no preparo dos canais radiculares. In: LOPES, H.P.; SIQUEIRA Jr., J.F. (Ed.). **Endodontia – biologia e técnica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. Cap. 13, p. 531-572.

LOPES, H.P.; ELIAS, C.N.; SIQUEIRA Jr., J.F. Instrumentos endodônticos. In: LOPES, H. P.; SIQUEIRA Jr., J. F. (Ed.). **Endodontia – biologia e técnica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. Cap. 9, p. 305-414.

MAEKAWA, L.E.; VALERA, M.C.; OLIVEIRA, L.D.; CARVALHO, C.A.; KOGA-ITO, C.Y.; JORGE, A.O. In vitro evaluation of the action of irrigating solutions associated with intracanal medications on *Escherichia coli* and its endotoxin in root canals. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 19, no. 2, p. 106-112, Apr. 2011.

MCDONNELL, G.; RUSSELL, A.D. Antiseptics and disinfectants: activity, action and resistance. **Clin. Microbiol. Rev.**, Washington, v. 12, no.1, p. 147–179, Jan. 1999.

NAIR, P.N. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. **Int Endod J.**, Oxford, v. 39, no. 4, p. 249-281, Apr. 2006.

OLIVEIRA, L.D.; CARVALHO, C.A.; NUNES, W.; VALERA, M.C.; CAMARGO, C.H.; JORGE, A.O. Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 104, no. 4, p. e125-128, Oct. 2007.

OLIVEIRA, L.D.; CARVALHO, C.A.; CARVALHO, A.S.; ALVES, Jde S.; VALERA, M.C.; JORGE, A.O. Efficacy of endodontic treatment for endotoxin reduction in primarily infected root canals and evaluation of cytotoxic effects. **J. Endod.**, Baltimore, v. 38, no. 8, p. 1053-1057, Aug. 2012.

PAIVA, S.S.; SIQUEIRA, J.F.; Jr. RÔÇAS, I.N.; CARMO, F.L.; LEITE, D.C.; FERREIRA, D.C.; RACHID, CT.; ROSADO, A.S.; Molecular microbiological evaluation of passive ultrasonic activation as a supplementary disinfecting step: a clinical study. **J. Endod.**, Baltimore, v. 39, no. 2, p.190-194, Feb. 2013a.

PAIVA, S.S.; SIQUEIRA, J.F.; Jr. RÔÇAS, I.N.; CARMO, F.L.; LEITE, D.C.; FERREIRA, D.C.; RACHID, C.; ROSADO, A.S. Clinical antimicrobial efficacy of NiTi rotary instrumentation with NaOCl irrigation, final rinse with chlorhexidine and interappointment medication: a molecular study. **Int Endod J.**, Oxford, v. 46, no. 3, p. 225-233, Mar. 2013b.

PASCON, F.M.; KANTOVITZ, K.R.; SACRAMENTO, P.A.; NOBRE-DOS-SANTOS, M.; PUPPIN-RONTANI, R.M. Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties. A review. **J. Dent.**, Bristol, v. 37, no. 12, p. 903-908, Dec. 2009.

PEREIRA, M.S.; FARIA, G.; BEZERRA DA SILVA, L.A.; TANOMARU-FILHO, M.; KUGA, M.C.; ROSSI, M.A. Response of mice connective tissue to intracanal dressings containing chlorhexidine. **Microsc Res Tech.**, New York, v. 75, no. 12, p. 1653-1658, Dec. 2012.

PETERS OA, PETERS CI, SCHONENBERGER K, BARBAKOW F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. **Int Endod J.**, Oxford, v. 36, no. 2, p. 86-92, 2003.

PONTES, F.; PONTES, H.; ADACHI, P.; RODINI, C.; ALMEIDA, D.; PINTO, D.J.R. Gingival and bone necrosis caused by accidental sodium hypochlorite injection instead of anaesthetic solution. **Int. Endod J.**, Oxford, v. 41, no. 3, p. 267-270, Mar. 2008.

SENA, N.T.; GOMES, B.P.; VIANNA, M.E.; BERBER, V.B.; ZAIA, A.A.; FERRAZ, C.C.; SOUZA-FILHO, F.J. In vitro antimicrobial activity of sodium hypochlorite and

chlorhexidine against selected single-species biofilms. **Int. Endod J.**, Oxford, v. 39, no. 11, p. 878-885, Nov. 2006.

SIM, T.P.; KNOWLES, J.C.; NG, Y.L.; SHELTON, J.; GULABIVALA, K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. **Int. Endod J.**, Oxford, v. 34, no. 2, p. 120-132, Mar. 2001.

SIQUEIRA Jr., J.F. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. **Int. Endod. J.** Oxford, v. 34, no. 1, p. 1-10, Jan. 2001.

SIQUEIRA Jr., J.F.; RÔÇAS, I. das F.; LOPES, H.P. Fundamentação filosófica do tratamento endodôntico. In: LOPES, H. P.; SIQUEIRA Jr., J. F. (Ed.). **Endodontia – biologia e técnica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. Cap. 8, p. 271-304.

SOUZA, M.; CECCHIN, D.; FARINA, A.P.; LEITE, C.E.; CRUZ, F.F.; PEREIRA, Cda C.; FERRAZ, C.C.; FIGUEIREDO, J.A. Evaluation of chlorhexidine substantivity on human dentin: a chemical analysis. **J. Endod.**, Baltimore, v. 38, no. 9, p. 1249-1252, Sep. 2012.

VALERA, M.C.; CHUNG, A.; MENEZES, M.M.; FERNANDES, C.E.; CARVALHO, C.A.; CAMARGO, S.E.; CAMARGO, C.H. Scanning electron microscope evaluation of chlorhexidine gel and liquid associated with sodium hypochlorite cleaning on the root canal walls. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** Saint Louis, v. 110, no. 5, p. e82-e87, Nov. 2010.

VALERA, M.C.; MAEKAWA, L.E.; OLIVEIRA, L.D.; JORGE, A.O.; SHYGEI, E.; CARVALHO, C.A. In vitro antimicrobial activity of auxiliary chemical substances and natural extracts on *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis* in root canals. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 21, no. 2, 2013.

VAN DER VYVER, P.J.; BOTHA, F.S.; HERBST, D.; ISMAIL, M. Antimicrobial efficacy and irrigating potential of irrigation solutions using different activation methods. **SADJ.**, Houghton, v. 64, no. 2, p. 56, 58-60, 62, Mar. 2009.

VIANNA, M.E.; HORZ, H.P.; GOMES, B.P.; CONRADS, G. In vivo evaluation of microbial reduction after chemo-mechanical preparation of human root canals containing necrotic pulp tissue. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 39, no. 6, p. 484-492, Jun. 2006.

VIANNA, M.E.; HORZ, H.P.; CONRADS, G.; ZAIA, A.A.; SOUZA-FILHO, F.J.; GOMES, B.P. Effect of root canal procedures on endotoxins and endodontic pathogens. **Oral Microbiol. Immunol.**, Copenhagen, v. 22, no. 6, p. 411-418, Dec. 2007.

VIANNA, M.E.; GOMES, B.P. Efficacy of sodium hypochlorite combined with chlorhexidine against *Enterococcus faecalis* in vitro. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, Saint Louis, v. 107, no. 4, p. 585-589, Apr. 2009.

ZAND, V.; LOTFI, M.; RAHIMI, S.; MOKHTARI, H.; KAZEMI, A.; SAKHAMANESH, V. A comparative scanning electron microscopic investigation of the smear layer after the use of sodium hypochlorite gel and solution forms as root canal irrigants. **J. Endod.**, Baltimore, v. 36, no. 7, p. 1234-1237, Jul. 2010.

ZEHNDER M. Root canal irrigants. **J. Endod.**, Baltimore, v. 32, no. 5, p. 389–398, May. 2006.