

Joana Maria Alves De Sousa Pereira Coelho

Irrigantes em Endodontia - o Estado da Arte

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Ano 2019

Joana Maria Alves De Sousa Pereira Coelho

Irrigantes em Endodontia - o Estado da Arte

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Ano 2019

Joana Maria Alves De Sousa Pereira Coelho

Irrigantes em Endodontia - O estado da Arte

*Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para a obtenção do grau
de Mestre em Medicina Dentária*

RESUMO

A endodontia requer um tratamento eficaz dos canais radiculares aquando da invasão destes por bactérias patogénicas.

Para que tal seja bem sucedido, associam-se à instrumentação mecânica, irrigantes capazes de ajudar a eliminar essas bactérias. Não existe nenhum irrigante ideal. O Hipoclorito é, por excelência, considerado o mais vantajoso na irrigação e desbridamento canal, sendo considerado o *Gold Standard* dos irrigantes intracanalares. Para uma correta desinfeção canal é fundamental o uso de um protocolo de irrigação com diferentes tipos de soluções.

Pretendeu-se com esta revisão narrativa a identificação e caracterização dos principais irrigantes canalares utilizados em endodontia, e conhecer os procedimentos e as suas metodologias de forma a permitir o sucesso do tratamento endodôntico.

Métodos: Foram pesquisados artigos científicos acerca da irrigação no tratamento endodôntico, na base de dados online da PubMed, Scielo, B-on e Google Académico, sendo ainda utilizados 4 livros.

Palavras-chave: “Hipoclorito de Sódio”; “Clorhexidina”, “EDTA”; “Ácido cítrico”; “Irrigação Endodôntica”.

ABSTRACT

Introduction: Endodontics demands for an effective treatment of the root canals when these are invaded by pathogenic bacteria. In order to be successful in the bacterial elimination, it is necessary to associate irrigants to the mechanical instrumentation. Although there's no ideal irrigation solution, sodium hypochlorite has long been considered the one with the best characteristics for the root canal irrigation and debridement, being currently the Gold Standard. To achieve a proper canal disinfection it is fundamental to establish an irrigation protocol with different types of solutions. The aim of this revision work is the identification and characterization of the main root canal irrigants used in endodontics and explore the procedures and methodologies applied to achieve a successful endodontic treatment.

Methodology: We performed a PubMed, Scielo, B-on and Academic Google search for papers on the irrigation in endodontic treatment.

Keywords: "Sodium hypochlorite", "Chlorhexidine", "EDTA ", "Citric Acid", "Endodontics irrigation"

LISTA DE ABREVIATURAS

%- Percentagem

AC- Ácido cítrico

C- Graus Celsius

CHX- Clorhexidina

CT-Comprimento de trabalho

EDTA – Ácido Etilenodiamino Tetra-acético

PCA - Paracloroanilina

E. - *Enterococcus*

NaClO - Hipoclorito de sódio

TE- Tratamento Endodôntico

SL- *Smear layer*

SCR – Sistema de canais radiculares

ÍNDICE

I-INTRODUÇÃO	1
1.1 MATERIAIS E MÉTODOS	2
II-DESENVOLVIMENTO	3
1.1 Microbiologia da patologia pulpar	3
1.2 <i>Smear Layer</i>	4
1.3 Principais Irrigantes em endodontia	5
1.3.1 Hipoclorito de sódio	6
1.3.2 Clorhexidina	8
1.3.3 EDTA	9
1.3.4 Ácido Cítrico	10
1.3.5 Álcool	10
III – DISCUSSÃO	11
IV - CONCLUSÃO	15
V - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

I-INTRODUÇÃO

A palavra Endodontia teve origem na Grécia e significa o “conhecimento do que está no interior do dente”. É o ramo da Medicina Dentária dedicado à patologia da polpa dentária e tecidos que rodeiam as raízes e o seu tratamento (Hargreaves e Berman, 2013).

O tratamento endodôntico não cirúrgico (TENC) consiste na remoção da polpa necrosada ou irreversivelmente inflamada do interior dos canais radiculares, com o intuito de reduzir significativamente o número de bactérias e biofilmes, garantindo uma desinfecção adequada dos canais e prevenindo a sua reinfeção, durante e após o tratamento (Rosalin Hongsathavij1 e Yosvimol Kuphasuk1, 2017 e Aparecida *et al.*, 2018).

Tal, é conseguido através de uma correta irrigação e instrumentação do sistema de canais radiculares, bem como uma obturação tridimensional, capaz de fornecer um isolamento hermético e de promover o processo de reparação biológica do tecido periapical (Rosalin Hongsathavij1 , Yosvimol Kuphasuk1, 2017 e Aparecida *et al.*, 2018).

Estando os microrganismos e os seus metabolitos intimamente ligados à etiologia de patologias pulpares, a instrumentação, irrigação e medicação intracanal entre consultas, são etapas determinantes neste tratamento (Darcey *et al.*, 2016). Os principais agentes etiológicos responsáveis pela necrose pulpar, patologia periapical e insucesso no tratamento endodôntico são a *Enterococcus faecalis*, a *Streptococcus mutans* e a *Candida albicans* (Gokturk et al., 2019).

O tratamento endodôntico está dividido, assim, em 3 fases: diagnóstico, preparação químico-mecânica e obturação. A preparação químico-mecânica projeta uma configuração canalar cônica tridimensional, de forma a facilitar a limpeza do canal radicular e permitir uma maior penetração dos agentes químicos a ser usados (Tomson e Simon, 2016).

No entanto, o desbridamento mecânico não é suficiente para eliminar, na totalidade, as bactérias dos canais radiculares. Existem fatores anatómicos como canais laterais e acessórios, curvaturas canalares, irregularidades na parede do canal e istmos, que tornam praticamente impossível o desbridamento total, ficando aproximadamente 30% dos canais radiculares não abrangidos por qualquer tipo de ação mecânica (Darcey *et al.*, 2016).

Para a diminuição dos nichos bacterianos, é necessário recorrer ao uso de vários irrigantes

antimicrobianos (meios químicos) para complementar a preparação e limpeza dos mesmos, sendo que, no entanto, o objetivo da irrigação não é a eliminação total dos microrganismos, mas sim uma redução dos oportunistas (Saba *et al.*, 2018, Darcey *et al.*, 2016 e Siqueira e Rôças, 2008).

Deste modo, uma irrigação eficiente é uma parte crucial da terapia do canal radicular, principalmente no que diz respeito à erradicação dos microrganismos e dos detritos, à lubrificação dos instrumentos endodônticos, à dissolução do tecido orgânico e à remoção da *smear layer* resultante da instrumentação mecânica (Mohammed *et al.*, 2017).

O tema abordado na presente revisão bibliográfica incidirá nas soluções irrigantes de maior relevo na Endodontia, tais como: o hipoclorito de sódio, clorhexidina, EDTA, ácido cítrico e álcool, com o objetivo de analisar as propriedades de cada um deles, bem como a sua interação neste domínio.

1.1 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente revisão bibliográfica foi realizada durante o período de Fevereiro e Agosto de 2019. Foi feita uma pesquisa recorrendo a vários motores de busca online, tais como a Pubmed, Scielo, B-on, Google Académico, e na revista científica Journal of Endodontics. As palavras-chave utilizadas foram: “Soluções Irrigantes”; “Hipoclorito de Sódio”; “EDTA”; “Ácido cítrico”; “Irrigação Endodôntica”; “Clorhexidina”; “*Smear Layer*”. De forma a obter o maior número de artigos relacionados e interligados, usaram-se combinações MESH com base nas diversas palavras-chave.

Critérios de Inclusão e Exclusão:

Nesta revisão bibliográfica foram incluídos os artigos publicados na língua Inglesa, Brasileira e Portuguesa e publicações entre 2008 e 2019. O total de artigos recolhidos foram 109. Após a eliminação dos artigos duplicados, aos que não deram acesso ao texto integral e finalmente os que não se enquadraram no âmbito do estudo, foram utilizados neste estudo 59, sendo ainda consultados 4 livros.

Os critérios de inclusão basearam-se na seleção de artigos em inglês, português e brasileiro. Os critérios de exclusão consistiram em outros idiomas e artigos não dirigidos diretamente ao tema de interesse.

II- DESENVOLVIMENTO

1.1 Microbiologia da patologia pulpar

Sob condições normais e fisiológicas, a polpa está protegida de lesões e elementos nocivos na cavidade oral, pelo tecido duro externo dos dentes e pelo periodonto.

Quando há um estímulo externo como presença de bactérias associadas à cárie dentária, trauma ou fratura, a integridade da barreira tecidual fica comprometida e os microrganismos podem aceder à polpa, quer por exposição direta ou indireta. (Hargreaves e Berman, 2013)

A integridade da polpa é violada levando a uma resposta destrutiva, que resulta numa dor intensa e possível necrose do tecido. A polpa necrosada não consegue defender-se da invasão microbiana, permitindo que os microrganismos oportunistas acedam à câmara pulpar (Gunnar, Horsted-Blindslev and Reit, 2011).

Os canais acessórios podem, também, servir de guia de entrada de microrganismos na polpa dentária. O ambiente específico no canal radicular, caracterizado pela degradação do tecido pulpar e pela falta de oxigênio, resultará numa microbiota predominantemente formada por bactérias proteolíticas anaeróbias. Estes microrganismos podem ser organizados em grupos e comunidades microbianas, junto às paredes do canal radicular e dentro dos túbulos dentinários da raiz, que se multiplicam rapidamente em grandes quantidades, dando origem a biofilmes. (Gunnar, Horsted-Blindslev and Reit, 2011)

Nas infeções primárias, os microrganismos mais comuns são anaeróbios *gram*-negativos (*fusobacteria nucleato*, *campilobacteria recto*, *tannerella*, *prevotella* e *porphyromonas me.*), espiroquetas (*Treponema me.*), cocos e bacilos anaeróbios e anaeróbios facultativos *gram* positivos (*Peptostreptococcus me.*, *Eubacterium me.*, *Propionibacterium me.* *Streptococcus me.* *Lactobacillus me.*) (Sakko, Tjaderhane e Rautemaa-Richardson, 2016).

Sakko, Tjaderhane & Rautemaa-Richardson (2016) defendem que nas infeções secundárias ou pós-tratamento endodôntico, as espécies prevalentes são cocos e bacilos anaeróbios facultativos *gram*-positivos, como *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Peptostreptococcus*, *Actinomyces*. Estes, resistem aos efeitos da instrumentação e irrigação, ou são introduzidas no canal radicular como resultado de uma quebra na cadeia asséptica (Siqueira e Rôças, 2008)

Merece especial destaque a *E. faecalis*, uma vez que a sua persistência pode resultar, em

parte, na sua capacidade de formar biofilmes em canais radiculares e sua capacidade de invadir túbulos dentinários. Além disso, esta bactéria possui uma infinidade de fatores de virulência (Xu *et al.*, 2019).

A base do sucesso de um excelente tratamento endodôntico passa por uma rigorosa e permanente eliminação da nutrição dos microrganismos, particularmente no terço apical. Os melhores protocolos de tratamento são os que eliminam ou reduzem a população bacteriana a um nível de compatibilidade biológica com os tecidos periapicais. (Siqueira e Rôças, 2008)

1.2 Smear layer

Como resultado da preparação mecânica do canal radicular, são formados detritos orgânicos e inorgânicos, como raspas de dentina, tecido pulpar vital ou necrótico residual preso à parede do canal radicular, bem como microrganismos, denominados *smear layer (SL)*. (Basrani, 2015, R. A. Alamoudi, 2019)

A *SL* é composta por duas camadas diferentes: uma superficial e amorfa (*smear on*) agregada à superfície dentinária, com uma espessura média de 1 a 2 μm , e outra profunda (*smear plug*), formada por micropartículas, que está ligada aos túbulos dentinários, obliterando-os, podendo chegar a camadas de 40 μm (Mafra *et al.*, 2017)

Não há consenso nos estudos sobre as vantagens da permanência ou remoção da *SL*, gerando dúvidas aos clínicos em relação à conduta mais adequada a ser empregue no tratamento endodôntico. Porém, a mais descrita na literatura, é a sua remoção. (Ferracioli Oda *et al.*, 2016)

A presença dessa camada limita a penetração bacteriana visto que pode actuar como selante dos túbulos dentinários. Por outro lado, a sua degradação após o tratamento, contribui para a reinfecção canal. (Ghorbanzadeh *et al.*, 2015).

Outro efeito deletério ao tratamento, perante a sua presença, é a limitação da capacidade da penetração dos agentes desinfetantes e medicamentos intracanales nos túbulos dentinários, comprometendo a adesão de materiais de preenchimento nas paredes do canal sendo estas etapas de suma importância, visto que nem todas as paredes do canal sofrem ação dos instrumentos, permanecendo, assim, áreas completamente intocadas. Por consequência, os microrganismos não atingidos pelo preparo químico-mecânico, vão reinfestar os canais, culminando no insucesso da terapia endodôntica. (Ferracioli Oda *et al.*, 2016 e Mafra *et al.*, 2017)

A remoção da *SL* promove um aumento da permeabilidade da dentina e uma melhor adaptação dos materiais de obturação, em concomitância com a adequada desinfecção do sistema canal (Sisodia *et al.*, 2014, Ferracioli Oda *et al.*, 2016 e Bello *et al.*, 2019).

1.3 Irrigantes

O tratamento endodôntico é dividido em 3 fases: diagnóstico, preparação químico-mecânica e obturação, sendo todas elas importantes. Se houver falhas numa das etapas, todo o tratamento fica comprometido (Basrani, 2015 e Prada *et al.*, 2019).

A irrigação é considerada a etapa com maior importância na terapia do canal radicular, sendo o objetivo do TENC uma correta desinfecção (Guivarc'h *et al.*, 2017).

Os objetivos da irrigação passam pela eliminação dos restos de dentina resultantes da instrumentação; evitar a impulsão de restos pulpare para o periápice; evitar a formação de rolhões dentinários (êmbolos apicais que levam à perda do CT); dissolver restos orgânicos e inorgânicos; lubrificar o canal, humedecendo-o e favorecendo a instrumentação; e contribuir para a limpeza dos canais pela ação mecânica e química (Ghorbanzadeh *et al.*, 2015).

Porém a presença de canais de grande diâmetro; canais laterais e secundários, istmos, anastomoses e deltas apicais representam obstáculos para alcançar uma boa irrigação (Mohammadi *et al.*, 2015). Em função destas características, um irrigante ideal deve ter uma boa capacidade de dissolução de matéria orgânica (restos pulpare) e matéria inorgânica, baixa toxicidade, baixa tensão superficial, capacidade lubrificante, esterilização/ desinfecção, prevenir a formação da *SL* e promover a sua remoção, se formada, capacidade bactericida de largo espectro, eficácia contra anaeróbias e organismos facultativos organizados em biofilme (Abraham, D. Raj e Venugopal, 2015, Thomson & Simon, 2016 e R. Alamoudi, 2019).

Para além destas propriedades, idealmente deveria ter capacidade de inativar endotoxinas e subprodutos bacterianos, ser biocompatível e não tóxico para os tecidos periapicais. baixo custo, não enfraquecer a estrutura dentinária e ter ainda uma fácil disponibilidade, e tempo médio de vida apropriado (Abraham, D. Raj e Venugopal, 2015, Thomson & Simon, 2016 e R. Alamoudi, 2019).

No entanto, ainda não há nenhum irrigante que reúna todos estes requisitos, tornando-se necessário o uso de um protocolo que compreende o uso de mais que um irrigante, de forma a conseguir um espectro de ação maior (Prada *et al.*, 2019).

Os irrigantes de desinfecção direta mais comumente usados são o hipoclorito de sódio (NaClO) e

a clorhexidina (CHX), que têm um grande poder bactericida.

Os irrigantes de desinfecção indireta (auxiliares dos agentes de desinfecção) denominados agentes quelantes, não são usados pelas suas capacidades antimicrobianas, mas por aumentarem a ação dos desinfetantes em si, removendo tecido inorgânico. São eles o EDTA, o ácido cítrico e o álcool. (Abraham, D. Raj e Venugopal, 2015, Arias-Moliz et alii., 2016 e Dioguardi et alii., 2018).

1.3.1 Hipoclorito de sódio (NaClO)

O hipoclorito de sódio é a solução de irrigação mais amplamente utilizada e recomendada na terapia endodôntica. As suas propriedades antibacterianas apresentam a capacidade de dissolução de tecidos (pulpar e necrótico), componentes orgânicos da *smear layer*, e remoção de biofilmes (Castellucci, 2013, Haapasalo *et al.*, 2014 e Verma *et al.*, 2019).

Este irrigante é ionizado em água, resultando no íon sódio (Na^+), no íon hipoclorito (OCl^-) e no íon hidroxila (OH^-), estabelecendo o equilíbrio com o ácido hipocloroso (HOCl) (Dioguardi, *et alii.*, 2018). O seu mecanismo de ação consiste no facto do cloro livre no composto dissolver tecido necrótico e vital, através da quebra de ligações entre as proteínas, resultando em aminoácidos (Abraham, D. Raj e Venugopal, 2015).

Na prática clínica são usadas várias concentrações que variam entre 0,5% e 6%. No entanto, não é consensual qual a concentração ideal de NaClO a usar durante o tratamento do canal radicular. (Borzini *et al.*, 2016).

Alguns estudos *in vitro* mostraram que o NaClO em maiores concentrações, é mais eficaz contra a *Enterococos faecalis* e *Candida albicans*, usadas por isso, nos retratamentos endodônticos.

Por outro lado, estudos clínicos têm indicado que tanto em concentrações mais baixas como em concentrações altas, este irrigante é eficiente no combate aos microorganismos no canal radicular. (Hargreaves and Berman, 2013 e Tomson e Simon, 2016).

O NaClO de concentração 2% pôde comprovar que com um maior volume e mais tempo de contacto do irrigante com os microorganismos no SCR, a capacidade antimicrobiana aumenta para valores similares relativamente a quando é usado em concentrações maiores, sem aumentar, de todo, a toxicidade. Este aumento de volume é válido quer nos microorganismos individualmente, quer nos microorganismos organizados em biofilmes (Petridis *et al.*, 2019). É importante ter em conta que altas concentrações de NaClO têm melhores efeitos na dissolução de tecidos. Como a anatomia do sistema do canal radicular permite uma aplicação limitada apenas à raiz, o NaClO pode ser usado

com segurança e confiabilidade em altas concentrações durante o tratamento do canal radicular, se não for introduzido nos tecidos periapicais (Vineet *et al.*, 2014).

Segundo (Plotino *et al.*, 2016), existem ainda outros fatores que influenciam a eficácia no NaClO, como a temperatura e o volume, solução de ph , tempo de contato e condições de armazenamento.

I-Temperatura e volume: o aumento da temperatura de uma solução menos concentrada ajuda a melhorar sua eficácia como irrigante do canal. Verificou-se que a capacidade de dissolução de tecidos de uma solução de NaClO a 1% a 45°C era equivalente à de uma solução de 5,25% a 20°C. (Nagendrababu *et al.*, 2018 e R. Alamoudi, 2019)

Um aumento de temperatura afeta a viscosidade do fluido e a tensão superficial. Quando um líquido é aquecido, aumenta a energia cinética, verifica-se a excitação das suas moléculas e estas começam a mover-se. A energia desse movimento vai permitir a superação das forças que unem as moléculas, levando a que o líquido se torne mais fluido e com menor viscosidade.

Através do aumento da temperatura, a tensão superficial diminui porque a energia cinética das moléculas aumenta (Giardino *et al.*, 2016).

Foi demonstrado, também que, aumentando o tempo de exposição e o volume dos irrigantes, a capacidade química anti-biofilme é aprimorada verificando-se uma redução de microrganismos intraradiculares e uma melhor limpeza do canal (Jena, Sahoo e Govind, 2015; Petridis *et al.*, 2019)

II- pH: foram também unânimes os resultados relativos ao pH das soluções: quanto mais ácido o pH (pH original) maior a capacidade das soluções em remover a *smear layer* e desobstruir os túbulos dentinários (Mafra *et al.*, 2017)

O nível de cloro disponível é o fator crítico, que modula a atividade das soluções de NaClO. Com o pH ácido ou neutro, o cloro existe predominantemente como ácido hipocloroso (HOCl), enquanto que com pH igual ou superior a 9, o ião hipoclorito (OCl⁻) predomina (Machado *et al.*, 2018).

O ácido hipocloroso (HOCl) afeta diretamente as funções vitais da célula microbiana, resultando rapidamente na sua morte celular. Portanto é importante controlar o pH, garantido que o bactericida mais eficaz (HOCL) continue a ser dominante na solução. (Haapasalo *et al.*, 2014)

III- Tempo de contacto : as soluções são tempo dependentes, ou seja, quanto maior o tempo de contato entre a solução e a parede dentinária, maior será a capacidade de remoção de matéria inorgânica (Mafra *et al.*, 2017). Porém, deve considerar-se ainda que quanto maior a concentração

e o tempo de utilização do NaClO, maior será a perda do colágeno, tendo as soluções a 5,25% efeito negativo sobre as propriedades orgânicas do dente (Mendonça e Pereira, 2017).

IV-Condições de armazenamento: relativamente às soluções frescas de NaClO, estas devem ser preparadas na hora pois têm melhor efeito antimicrobiano e efeitos de dissolução de tecidos. É aconselhável que as soluções de hipoclorito sejam adquiridas dentro do prazo de validade e o mais próximo possível da data de fabricação. Além disso, dada a sua instabilidade, elas perdem eficiência com a elevação da temperatura, com a exposição à luz e ao ar e quando armazenadas por longo período de tempo, devendo ser guardadas em vidro de cor âmbar (R. Alamoudi, 2019).

O NaOCl é também indicado para a esterilização de cones de guta-percha, que, obviamente, não podem ser esterilizados pelo calor, sendo que a imersão dos cones por cerca de um minuto é suficiente. (Paikkatt *et al.*, 2018)

1.3.2 Clorhexidina (CHX)

A CHX é composta por dois anéis quatro-clorofenil simétricos e dois grupos bis-guanida ligados por cadeias centrais de hexametileno. (Vineet *et al.*, 2014)

A ação deste agente deve-se ao facto da sua molécula ser carregada positivamente e a parede celular dos microrganismos carregada negativamente, levando à interação eletrostática e alterando o equilíbrio osmótico da célula. A permeabilidade aumentada da parede celular permite que a molécula de CHX penetre na bactéria. Quando a CHX é utilizada em altas concentrações, ocorre precipitação do citoplasma, determinando a eliminação do microrganismo. (Valera *et al.*, 2016)

É considerada um poderoso anti-séptico biguanido, utilizado amplamente no controle químico da placa na cavidade oral, sendo eficaz contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, leveduras bacterianas, e ainda contra a *Enterococcus faecalis*, em caso de retratamentos. (Celalettin Topbas and Adiguzel, 2017; Souza *et al.*, 2019)

Pode ser encontrada sobre a forma líquida (solução aquosa) ou em gel. As concentrações variam entre 0,2 e 2%. A CHX em gel a 2% tem muitas vantagens sobre a solução de clorexidina a 2% líquida.

O gel CHX facilita a instrumentação, lubrifica as paredes do canal radicular e reduz a formação da *smear layer* durante o preparo dos canais, quando comparada à solução aquosa (Sulte, 2004; Shreya, 2016).

Em altas concentrações (2%), o seu efeito é bactericida, pois entra na parede celular, interferindo no mecanismo de transporte. Em baixas concentrações (0,2%), a CHX tem ação bacteriostática, pois inibe a função da membrana.

O seu efeito é mantido por várias horas depois da aplicação, devido à sua substantividade, uma vez que é absorvida na dentina e pode apresentar atividade antimicrobiana residual, podendo perdurar entre 48h a 12 semanas. (Bortolini e Gatelli, 2014, Tomson e Simon, 2016, Abraham, Raj and Venugopal, 2015)

1.3.3 Ácido Etilenodiamino Tetra-acético (EDTA)

A limpeza completa do sistema de canais radiculares requer o uso combinado de soluções de irrigação, para dissolução de tecidos orgânicos e inorgânicos. Como o NaClO dissolve apenas o tecido orgânico, outras soluções devem ser usadas para remover a *SL* e detritos do sistema do canal radicular. Recomenda-se o uso de agentes desmineralizantes, como o EDTA e Ácido cítrico, soluções auxiliares durante o tratamento do canal radicular. (Celalettin Topbas e Adiguzel, 2017; Mafra *et al.*, 2017)

O EDTA, na forma líquida ou de gel, é um composto quelante que interage com os íons de cálcio, que estão presentes na dentina e formam quelatos de cálcio solúvel. É eficaz com um pH neutro. (Vineet *et al.*, 2014; Jena, Sahoo e Govind, 2015)

Não possui quase atividade antibacteriana, pode desmineralizar a dentina tubular, reduzir a dureza superficial da dentina da parede do canal radicular e tem melhor biocompatibilidade em comparação com outros agentes quelantes (Jena, Sahoo and Govind, 2015, T N *et al.*, 2015). Não afeta significativamente a estrutura do biofilme. Assim, o seu uso como único irrigante, não pode ser justificado. (Rita e Nikhil, 2014; Saba *et al.*, 2018)

A sua eficácia na dentina depende da concentração da solução e do tempo em que está em contato com a mesma. (Abraham, D. Raj e Venugopal, 2015).

É usado mais frequentemente em concentrações de 17% (Plotino *et alii.*, 2016). Num estudo realizado por Celalettin Topbas e Adiguzel em 2017, verificou-se que 1 minuto de irrigação com 10 ml de solução de EDTA a 17%, removeu efetivamente a *SL* da parede do canal. Durante a preparação mecânica, é utilizada uma irrigação abundante e frequente com NaClO, enquanto o EDTA é apenas usado na fase final da preparação para remover completamente os detritos inorgânicos e a *SL* das paredes do canal (Abraham, D. Raj e Venugopal, 2015).

Deve-se prestar atenção à data de fabricação e ao acondicionamento da solução de EDTA.

Quando acondicionado em frascos de vidro, com o tempo, o EDTA pode quelar o cálcio do silicato de cálcio existente na composição do vidro, diminuindo sua capacidade de atuação (Lopes e Siqueira, 2015)

2.3.4 Ácido cítrico (AC)

O ácido cítrico (AC) é um agente quelante usado durante a terapia endodôntica para a dissolução de tecido inorgânico, e é usado maioritariamente nas concentrações entre 1% e 40% para remover a *SL* depois da preparação químico-mecânica do canal radicular (Abraham, D. Raj e Venugopal, 2015).

A concentração e o pH do meio, estão relacionadas com a quantidade de *SL* removida pelo ácido. (Alamoudi, 2019). A utilização de 10% deste agente quelante tem-se mostrado mais eficaz na remoção da *smear layer* e dissolução da dentina do que o EDTA a 17%, além de que apresenta alguns efeitos antimicrobianos. (Abraham, D. Raj e Venugopal, 2015, Dioguardi *et alii*)

Estudos *in vitro* forneceram também informações sobre a citotoxicidade dos quelantes, onde foi comprovado que uma solução de AC a 10% é mais biocompatível do que uma solução de EDTA a 17% (Celalettin Topbas e Adiguzel, 2017)

O efeito antibacteriano do AC está relacionado com o seu baixo pH, que promove a desnaturação de proteínas. (Lopes e Siqueira, 2015)

1.3.5 Álcool

Secar o canal radicular após a instrumentação, é um passo importante no tratamento endodôntico. Se alguma humidade permanecer no canal radicular, é impossível obter uma boa obturação. O álcool tem o atributo de remover a humidade que fica nos canais, ao espalhar-se para os túbulos dentinários e seca o canal radicular à medida que se evapora. (Vineet *et al.*, 2014)

Além de auxiliar na desinfecção, também reduz a tensão superficial da dentina e permite que o irrigante seguinte flua e penetre sem obstáculos, através do comprimento total dos canais radiculares facilitando, deste modo, o efeito da molhabilidade. Uma irrigação final das paredes do canal com álcool, vai alterar as propriedades da dentina radicular e aumenta a adesão do cimento endodôntico nos túbulos dentinários (Pantoja *et al.*, 2018).

III-DISCUSSÃO

A instrumentação mecânica pode reduzir a presença de microrganismos do canal radicular, mesmo sem o uso de irrigantes, no entanto, não é capaz de assegurar uma limpeza e desinfecção eficazes. Por outro lado, as soluções irrigantes usadas, sem uma preparação mecânica prévia, não conseguem diminuir significativamente a infecção bacteriana dentro do canal. Por estas razões, a combinação entre as duas abordagens descritas tem sido utilizada, fazendo variar os vários mecanismos de ativação e as soluções irrigantes utilizadas (Plotino *et alii.*, 2016).

Dadas as diferentes opiniões e resultados apresentados por autores variados, vão surgindo questões ao clínico, relativamente à conduta mais adequada a ser empregue no tratamento endodôntico.

Ghorbanzadeh *et al.*, 2015 defende que a presença da camada de *SL* diminuirá a penetração bacteriana nos túbulos dentinários.

Porém, Ferracioli Oda *et al.*, Bello *et al.*, 2019 e Mafra *et al.*, 2017 concluíram que a melhor conduta a ser tomada, em relação à *SL* na endodontia, é a sua remoção, pois promoverá maior contato e ação das substâncias irrigadoras, permitirá uma maior penetração e ação dos medicamentos intracanales e promoverá um melhor selamento entre dentina e material obturador. Haverá, assim, um melhor prognóstico no tratamento endodôntico.

Os resultados de um estudo de Sisodia *et al* 2014, foram também unânimes quanto à remoção da *SL* ser vantajosa e necessária para o sucesso do TE. Concluíram ainda que a *SL* não impede o microextravasamento apical.

Nenhum irrigante reúne os requisitos essenciais para uma ideal desinfecção canal. Por essa razão, têm sido utilizadas várias combinações de soluções, de forma a aumentar a capacidade de desinfecção.

Para a determinação dos irrigantes mais eficazes, é necessário perceber quais os microrganismos envolvidos na patologia endodôntica.

O hipoclorito é considerado, entre todos os irrigantes, o “*gold standard*”. (Prado, Assis e Simão, 2014)

Giardino *et al.*, 2016; Sakko, Tjäderhane e Rautemaa-Richardson, 2016 defendem que, apesar do NaClO possuir muitos dos atributos de um agente antimicrobiano ideal, ser de ação rápida, possuir um amplo espectro de ação e ser relativamente barato, tem como desvantagens fatores que podem comprometer o sucesso da terapia endodôntica.

A sua alta tensão superficial, a citotoxicidade para a pele e mucosa, o facto de ser quimicamente instável bem como interferir na adesão do material restaurador à superfície dentinária, promover uma modificação significativa da estrutura dentinária e reduzir as propriedades mecânicas da dentina (resistência à flexão, à tração e fratura) são as desvantagens mais evidentes.

Ademais, não tem efeito sobre a parte inorgânica da SL e como tal deve ser usado adicionalmente um agente quelante (Giardino *et al.*, 2016; Sakko, Tjäderhane e Rautemaa-Richardson, 2016).

Topbas e Adiguzel, 2017, Hargreaves and Berman, 2013, Petridis *et al.*, 2019 e Gazzaneo *et al.*, 2019 após estudos clínicos defendem que, concentrações baixas e altas são igualmente eficazes na remoção de bactérias do sistema canal, na condição de que em concentrações baixas a solução seja usada em volumes mais altos e intervalos mais frequentes para compensar as limitações de eficácia.

Já Hargreaves e Berman, 2013, através de alguns estudos *in vitro* mostraram que o NaClO em concentrações maiores é mais eficaz contra *E. faecalis* e *Candida albicans* e que ao usar concentrações mais altas há uma melhor capacidade de dissolução de tecidos.

Segundo, Gunnar, Horsted-Blindslev e Reit, 2011 a relação risco-benefício de altas concentrações de NaClO pode ser questionado pelo ganho limitado em seu efeito antibacteriano.

Vários autores concordam que quanto maior é a concentração de irrigante usada, maior será a toxicidade e o risco de ocorrerem acidentes. (Wright, Kahler e Walsh, 2017, Topbas e Adiguzel, 2017 e Jose *et al.*, 2016).

Com igual opinião, Borzini *et al.*, 2016 sugere que, em altas concentrações, este agente químico pode dissolver os restos vitais e necróticos da polpa.

Mendonça e Pereira, 2017, acrescentam ainda que concentrações de NaClO a 5,25% tem efeito negativo nas propriedades orgânicas do dente. Além da concentração, a eficácia do efeito antibacteriano na atividade de irrigantes do canal radicular, depende da temperatura, solução de pH e condições de armazenamento (Mohammed *et al.*, 2017).

A CHX, por outro lado, possui atividade antimicrobiana eficiente em endodontia, e este efeito pode ser observado no seu uso como solução irrigante e medicamento intracanal. Mohammadi *et al.*, 2015, menciona que a ação deste irrigante foi estudada contra organismos resistentes, especialmente *E. faecalis* e *Candida albicans*, e concluiu-se que ao usar CHX juntamente com hidróxido de cálcio pode aumentar a sua actividade antibacteriana.

Borzini *et al.*, 2016, e Abraham, Raj e Venugopal, 2015 concordam e alegam que a CHX tem uma atividade de amplo espectro maior contra organismos Gram-positivos do que com Gram-negativos.

Segundo Böttcher *et al.*, 2015 e Jose *et al.*, 2016, a CHX apresenta uma propriedade única - a substantividade - e é considerada uma alternativa ao NaClO, quando há relato de alergia ao mesmo, uma vez que apresenta baixa toxicidade.

Há recomendação clínica para o uso de CHX durante o tratamento endodôntico, nos dentes com ápices abertos ou perfuração (onde há risco de extrusão de NaClO) ou, quando o efeito antimicrobiano máximo for desejável, como irrigante final, após o EDTA, para facilitar a desinfecção e melhorar a ligação da dentina (Basrani, 2015).

O uso combinado de NaClO e CHX tem sido recomendado para melhorar as suas propriedades antimicrobianas. No entanto, a CHX não deve ser usada em conjunto com o NaClO, pois não são solúveis um no outro. A sua associação produz um precipitado castanho-alaranjado que contém paracloroanilina (PCA) - um produto tóxico, potencialmente cancerígeno e que compromete a irrigação, tal como a obturação, para além de que este precipitado altera a cor do dente. (Haapasalo *et al.*, 2014, Jena, Sahoo e Govind, 2015 e Mohammadi *et al.*, 2015). Estes autores relatam a importância da existência de um protocolo, de modo a minimizar a formação de PCA, sendo que antes de uma irrigação com CHX é necessário secar os canais com cones de papel e irrigar com soro fisiológico, álcool ou EDTA. (Haapasalo *et al.*, 2014, Jena, Sahoo e Govind, 2015 e Mohammadi *et al.*, 2015)

Tendo em conta que a desinfecção completa do sistema de canais radiculares requer o uso de irrigantes que dissolvem material orgânico e inorgânico, e que as soluções de NaClO e CHX exercem pouco efeito sobre os componentes inorgânicos da *smear layer*, têm sido recomendados quelantes e soluções de ácidos incluindo o EDTA e o AC (Vineet *et al.*, 2014).

De acordo com Vineet *et al.*, o AC demonstra ter melhores resultados que o EDTA, embora ambos tenham alta eficácia. Não obstante, Alamoudi refere que os resultados são semelhantes (Vineet *et al.*, 2014 e Alamoudi, 2019).

Jena, Sahoo e Govind, 2015 e Singh *et al.*, 2019 defendem a ideia de que a irrigação prolongada com agentes quelantes pode enfraquecer a dentina, aumentando assim o risco de criar uma perfuração durante a instrumentação mecânica do canal radicular. Segundo Tomson e Simon, 2016, o EDTA não tem ação antibacteriana e não é capaz de remover a porção total da *SL*, devendo o seu uso ser combinado com o NaClO.

Jena, Sahoo e Govind, 2015, concordam e afirmam que a conjugação do NaClO com o EDTA aumenta a capacidade de dissolução de tecidos e é mais eficaz na redução de microrganismos intraradiculares do que a utilização do NaClO isoladamente.

Porém, Basrani, 2015 e Haapasalo *et al.*, 2014 defendem que esses irrigantes não devem ser misturados, nem entrar em contato um com o outro. A erosão da dentina peritubular e intertubular foi detetada quando o EDTA foi utilizado primeiro, seguido por NaOCl a 5,25%. (Basrani, 2015).

Wright, Kahler e Walsh, 2017, por outro lado, defendem a importância destes dois irrigantes serem sempre usados separadamente e alternadamente no SCR. Alegam que quando o EDTA foi utilizado juntamente com NaClO a 5,25%, a SL foi totalmente removida nos terços médio e coronal, mas foi menos eficaz no terço apical. Isso pode ser devido ao volume ou penetração insuficiente do irrigante, na porção apical do canal, durante a irrigação. (Singh *et al.*, 2019)

Relativamente ao AC, Vineet *et al.*, 2014 afirmam ser mais biocompatível que o EDTA. Alamoudi, 2019 no seu estudo, refere que a sua utilização aumenta a capacidade do cimento penetrar nos túbulos dentinários, expondo ainda, através de vários estudos, que o AC com uma concentração de 10% produz efeitos mais eficazes na remoção de SL do que em concentrações a 25% e 50%. (Alamoudi, 2019)

Perante um possível protocolo de irrigação, Sulte em 2004, não recomenda o uso do NaOCl após o AC pois argumenta que haverá uma interação com NaOCl e redução do cloro. (Sulte, 2004)

Por outro lado, adverte-se que o AC pode provocar um ligeiro alargamento dos túbulos dentinários, podendo causar erosão de dentina peritubular e intertubular e reduzir a microdureza da dentina (Turk, Kaval e Şen, 2015 e Dioguardi *et alii.*, 2018)

O álcool é utilizado como irrigação final, na percentagem de 95%, aumentando a penetração do material obturador através de menor vazamento nos canais radiculares. (Vineet *et al.*, 2014). É usado, também, como um intermediário entre o NaClO e CHX que não são solúveis um no outro e formam o precipitado supra referido (Jena, Sahoo e Govind, 2015).

IV - Conclusão

Todas as etapas do TENC são fundamentais. Havendo alguma falha numa das etapas, todo o tratamento fica comprometido.

O uso de uma irrigação durante todo o tratamento endodôntico é fulcral, pois previne uma possível reinfecção, quando o canal está já obturado.

Os problemas maioritariamente associados ao uso de irrigantes residem no fato da sua aplicação não ser suficiente para alcançar a zona do terço apical e estruturas anatómicas complexas, assim como a sua eficácia poder estar dependente da presença de resíduos orgânicos e inorgânicos, e do tempo usado.

Devemos ter em consideração o tipo de microrganismos associados à patologia endodôntica, conhecer as soluções de irrigação, bem como as técnicas existentes, para eleger um protocolo eficaz.

A remoção da SL é uma das etapas que não deve ser ignorada por trazer benefícios na limpeza e irrigação canalar durante o TENC.

O hipoclorito é mundialmente o irrigante mais usado pelos Médicos Dentistas, e é a solução que reúne mais propriedades do irrigante ideal, daí ser considerada a *Gold Standard*.

Atualmente é a única solução com a capacidade de dissolver matéria orgânica e eliminar microrganismos, mas apresenta uma elevada toxicidade para os tecidos periapicais, pelo que é prudente utilizá-la em concentrações mais baixas e usar formas de potenciar o seu efeito através de um aumento do volume, tempo de contacto, temperatura, diminuição do Ph e da sua ativação através de ultrassons.

A CHX é caracterizada pelo seu carácter exclusivo de alta substantividade e pela ação antibacteriana, particularmente contra bactérias gram-positivas. Em endodontia é usada a 2%. Contudo, não é inócua nem destrói biofilmes e tem um espectro de ação bacteriana inferior ao do hipoclorito de sódio. Porém, como apresenta baixa citotoxicidade, pode ser usada como alternativa em casos de alergia, perfurações ou situações de ápice aberto.

Como agentes quelantes são usados maioritariamente o AC e o EDTA, ambos com a capacidade de dissolução de matéria inorgânica e remoção da SL.

O álcool é frequentemente utilizado para secar as paredes dos canais radiculares e diminuir a tensão superficial para que, no momento da obturação, haja uma maior adesão do cimento à dentina.

V - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abraham, S., Raj, J. D. e Venugopal, M. (2015). Endodontic irrigants: A comprehensive review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 7(1), pp. 5–9.
2. Alamoudi, R. (2019). 9/8/2019 Evaluation of fracture resistance of endodontically treated premolars restored by alkasite cement compared to various core build-up ..., (3), pp. 8–13.
3. Alamoudi, R. A. (2019). 9/8/2019 Evaluation of fracture resistance of endodontically treated premolars restored by alkasite cement compared to various core build-up ..., (3), pp. 8–13.
4. Aparecida, I. *et al.* (2018). Retratamento endodôntico : Relato De Caso.
5. Arias-Moliz, M. T. *et al.* (2016). Effects of Dentin Debris on the Antimicrobial Properties of Sodium Hypochlorite and Etidronic Acid. *Journal of Endodontics*, 42(5), pp. 771–775.
6. Basrani, B. (2015). *Endodontic Irrigation System SYBRONENDO*.
7. Bello, Y. D. *et al.* (2019). Glycolic acid as the final irrigant in endodontics: Mechanical and cytotoxic effects. *Materials Science and Engineering C*. Elsevier, 100(February), pp. 323–329.
8. Borzini, L. *et al.* (2016). Root Canal Irrigation: Chemical Agents and Plant Extracts Against *Enterococcus faecalis*. *The Open Dentistry Journal*, 10(1), pp. 692–703.
9. Böttcher, D. E. *et al.* (2015). Evaluation of the Effect of *Enterococcus faecalis* Biofilm on the 2% Chlorhexidine Substantivity: An in Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 41(8), pp. 1364–1370.
10. Castellucci, A. (2013). E Ndodontic S. *Endodontics*.
11. Darcey, J. *et al.* (2016). Modern endodontic principles part 4: Irrigation. *Dental Update*, 43(1), pp. 20–33.
12. Darrag, A. M. (2014). Effectiveness of different final irrigation solutions on smear layer removal in intraradicular dentin. *Tanta Dental Journal*. Elsevier Ltd, 11(2), pp. 93–99.
13. Ferracioli Oda, D. *et al.* (2016). Smear Layer Na Endodontia, Preservar Ou Remover? *Smear layer in endodontics, preserve or remove?*, 35(1), pp. 119–127.
14. Gazzaneo, I. *et al.* (2019). Root Canal Disinfection by Single- and Multiple- instrument Systems : Effects of Sodium Hypochlorite Volume , Concentration , and Retention Time.
15. Ghorbanzadeh, S. *et al.* (2015). Irrigants in endodontic treatment. *International Journal of Contemporary Dental and Medical Reviews*.
16. Giardino, L. *et al.* (2016a). I n f l u e n c e o f T e m p e r a t u r e o n the Antibacterial Activity of Sodium Hypochlorite, 27, pp. 32–36.
17. Giardino, L. *et al.* (2016b). Influence of temperature on the antibacterial activity of sodium

- hypochlorite. *Brazilian Dental Journal*, 27(1), pp. 32–36.
18. Guivarc'h, M. *et al.* (2017). Sodium Hypochlorite Accident: A Systematic Review. *Journal of Endodontics*, 43(1), pp. 16–24.
19. Gunnar, B., Horsted-Blindslev, P. e Reit, C. (2011). *Endodoncia*.
20. Haapasalo, M. *et al.* (2014). Irrigation in endodontics. *British Dental Journal*. Nature Publishing Group, 216(6), pp. 299–303.
21. Hargreaves, K. M. e Berman, L. H. (2013). *Cohen's Pathways of the pulp*. *Journal of Chemical Information and Modeling*.
22. Jena, A., Sahoo, S. K. e Govind, S. (2015). Root canal irrigants: a review of their interactions, benefits, and limitations. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, 36(4).
23. Jose, J. *et al.* (2016). Comparative evaluation of antimicrobial activity of QMIX, 2.5% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine, guava leaf extract and aloe vera extract against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* – An in-vitro study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(5), pp. ZC20–ZC23.
24. Lopes, H. P. e Siqueira, J. F. (2015). José Freitas Siqueira, Jr.
25. Machado, R. *et al.* (2018). Evaluation of 17% EDTA and 10% citric acid in smear layer removal and tubular dentin sealer penetration. *Microscopy Research and Technique*, 81(3), pp. 275–282.
26. Mafra, S. C. *et al.* (2017). A eficácia da solução de EDTA na remoção de smear layer e sua relação com o tempo de uso: uma revisão integrativa. *Revista da Faculdade de Odontologia - UPF*, 22(1), pp. 120–129.
27. MENDONÇA, E. S. B. V. e PEREIRA, K. F. S. (2017). Influência da solução irrigadora na formação de defeitos dentinários após preparo com Sistema Reciproc®. *Revista de Odontologia da UNESP*, 46(2), pp. 90–96.
28. Mohammadi, Z. *et al.* (2015). Agonistic and antagonistic interactions between chlorhexidine and other endodontic agents: A critical review. *Iranian Endodontic Journal*, 10(1), pp. 1–5.
29. Mohammadi, Z. *et al.* (2017). A Review Over Benefits and Drawbacks of Combining Sodium Hypochlorite with Other Endodontic Materials. *The Open Dentistry Journal*, 11(1), pp. 661–669.
30. Mohammed, S. A. *et al.* (2017). The effect of sodium hypochlorite concentration and irrigation needle extension on biofilm removal from a simulated root canal model. *Australian Endodontic Journal*, 43(3), pp. 102–109.
31. Nagendrababu, V. *et al.* (2018). Effectiveness of ultrasonically activated irrigation on root

- canal disinfection: a systematic review of in vitro studies. *Clinical Oral Investigations*. *Clinical Oral Investigations*, 22(2), pp. 655–670.
32. Oda, D. *et al.* (2016). Smear Layer Na Endodontia, Preservar Ou Remover? *Smear layer in endodontics, preserve or remove?*, 35(1), pp. 119–127.
33. Paikkatt, J. V. *et al.* (2018). Efficacy of various intracanal medicaments against aerobic and facultative anaerobic microorganism found in human primary teeth with necrotic pulp: A randomized clinical trial. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 36(3), pp. 268–272.
34. Pantoja, C. A. de M. S. *et al.* (2018). Influence of ethanol on dentin roughness, surface free energy, and interaction between AH Plus and root dentin. *Brazilian oral research*, 32, p. e33.
35. Petridis, X. *et al.* (2019). Factors affecting the chemical efficacy of 2% sodium hypochlorite against oral steady-state dual-species biofilms: Exposure time and volume application. *International Endodontic Journal*, 52(8), pp. 1182–1195.
36. Plotino, G., Cortese, T., Grande, Nicola M, *et al.* (2016). New Technologies to Improve Root Canal Disinfection, 27, pp. 3–8.
37. Plotino, G., Cortese, T., Grande, Nicola M., *et al.* (2016). New technologies to improve root canal disinfection. *Brazilian Dental Journal*, 27(1), pp. 3–8.
38. Prada, I. *et al.* (2019). Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 11(2), pp. e185–e193.
39. Prado, M. do, Assis, D. F. de e Simão, R. A. (2014). Efeito de diferentes soluções utilizadas como irrigante final na superfície dentinária: análise de rugosidade. *Revista de Odontologia da UNESP*, 43(1), pp. 36–40.
40. Rita, C. e Nikhil, V. (2014). Emerging trends in Endodontic Irrigants: Who will write the last line? *Endodontology*, 26(2).
41. Rosalin Hongsthavijl , Yosvimol Kuphasuk1, K. R. (2017). Effectiveness of platelet-rich fibrin in the management of pain and delayed wound healing. *European Journal of Dentistry*, 11(4), pp. 192–195.
42. Saba, K. *et al.* (2018). Comparison of frequency of pain in root canal treatment using sodium hypochlorite and chlorhexidine as root canal irrigants. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 68(9), pp. 1334–1338.
43. Sakko, M., Tjäderhane, L. e Rautemaa-Richardson, R. (2016). Microbiology of Root Canal Infections. *Primary dental journal*, 5(2), pp. 84–89.
44. Shreya, S. (2016). Chlorhexidine as an irrigant in endodontics -a review. *Journal of*

- Pharmaceutical Sciences and Research*, 8(8), pp. 772–774.
45. Singh, S. *et al.* (2019). Time-dependent effect of various irrigants for root canal on smear layer removal. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 11(5), pp. S51–S58.
 46. Siqueira, J. F. e Rôças, I. N. (2008). Clinical Implications and Microbiology of Bacterial Persistence after Treatment Procedures. *Journal of Endodontics*, 34(11).
 47. Sisodia, R. *et al.* (2014). Bacterial penetration along different root canal fillings in the presence or absence of smear layer in primary teeth. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 38(3), pp. 229–234.
 48. Souza, C. *et al.* (2019). Efficacy of passive ultrasonic irrigation, continuous ultrasonic irrigation versus irrigation with reciprocating activation device in penetration into main and simulated lateral canals. *Journal of Conservative Dentistry*, 22(2), pp. 155–159.
 49. Sulte, H. R. (2004). Endodontic Irrigants. *Northwest dentistry*, 83(3), pp. 26–27.
 50. T N, A. *et al.* (2015). Root Canal Irrigants and Irrigation Techniques: a Review. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 4(27), pp. 4694–4700.
 51. Tomson, P. L. e Simon, S. R. (2016). Contemporary Cleaning and Shaping of the Root Canal System. *Primary dental journal*, 5(2), pp. 46–53.
 52. Topbas, Celaletin e Adiguzel, O. (2017). Endodontic Irrigation Solutions : A Review Endodontic Irrigation Solutions : A Review, 7(December).
 53. Topbas, Celalettin e Adiguzel, O. (2017). Endodontic Irrigation Solutions: A Review. *International Dental Research*, 7(3), p. 54.
 54. Turk, T., Kaval, M. E. e Şen, B. H. (2015). Evaluation of the smear layer removal and erosive capacity of EDTA, boric acid, citric acid and desy clean solutions: An in vitro study. *BMC Oral Health*, 15(1), pp. 1–5.
 55. Valera, M. C. *et al.* (2016). Action of chlorhexidine, zingiber officinale, and calcium hydroxide on candida albicans, enterococcus faecalis, escherichia coli, and endotoxin in the root canals. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 17(2), pp. 114–118.
 56. Verma, N. *et al.* (2019). Effect of Different Concentrations of Sodium Hypochlorite on Outcome of Primary Root Canal Treatment: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc, 45(4), pp. 357–363.
 57. Vineet, A. S. *et al.* (2014). A Contemporary Overview of Endodontic Irrigants – A Review. *J Dent App . J Dent App*, 1(1), pp. 105–115.
 58. Wright, P. P., Kahler, B. e Walsh, L. J. (2017). Alkaline sodium hypochlorite irrigant and its chemical interactions. *Materials*, 10(10), pp. 1–8.
 59. Xu, J. *et al.* (2019). Influence of Endodontic Procedure on the Adherence of Enterococcus faecalis. *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc, 45(7), pp. 943–949.