

Fábio José Teixeira Martins

Soluções Irrigantes no Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2019

Fábio José Teixeira Martins

Soluções Irrigantes no Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2019

Fábio José Teixeira Martins

Soluções Irrigantes no Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico

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

RESUMO

Introdução: A literatura científica atualmente sugere a utilização de vários tipos de soluções irrigantes. A utilização destas soluções promove a desinfecção e redução de bactérias essenciais para um Tratamento Endodôntico com sucesso. Estas soluções desempenham também outros papéis importantes como capacidade de dissolver tecidos orgânicos e remoção de *smear layer*.

Objetivo: Aprofundar os conhecimentos sobre os irrigantes endodônticos, descrever quais os mais utilizados em Endodontia, as suas vantagens e desvantagens e conhecer qual o irrigante que cumpre mais requisitos para o maior sucesso no Tratamento Endodôntico Não Cirúrgico.

Metodologia: Artigos científicos pesquisados entre 1 de abril e 30 de junho de 2019, que se encontrem no intervalo temporal de 2004-2019 nos motores de busca eletrônicos: *Pubmed*; *B-on*; através da combinação de termos de pesquisa. O total de artigos recolhidos foram 107 e destes foram utilizados 49 sendo ainda utilizado 2 livros.

Palavras-Chave: “EDTA”, “Hipoclorito de Sódio”, “Clorhexidina”, “Álcool”, “Ácido Cítrico”, “Soluções Irrigantes”, “Dentina”, “Canal Radicular”, “MTAD”.

ABSTRACT

Introduction: The scientific literature currently suggests the use of various types of irrigating solutions. Using these solutions promotes the disinfection and reduction of bacteria that is the key to a successful Endodontic Treatment. Not only do they have this effect but they play other important roles such as ability to dissolve organic tissues and *smear layer* removal.

The aim: To deepen knowledge about endodontic irrigants, to describe which irrigators are most used in Endodontics, to present advantages, disadvantages and to know which irrigant meets the most requirements for the most successful Non-Surgical Endodontic Treatment.

Methodology: Scientific articles found from April 1 to June 30, 2019, which are in the 2004-2019 time range of the electronic search engines: *Pubmed*; *B-on*; by combining search terms. The total number of articles collected was 107 and of these 49 were used and 2 books were also used.

Key Words: “EDTA”, “Sodium Hypochlorite”, “Chlorhexidine”, “Alcohol”, “Citric Acid”, “Irrigating Solutions”, “Dentin”, “Root Canal”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente aos meus pais por toda a ajuda e por todo presto ao longo destes 5 anos do curso pois sem eles não era possível, sem esquecer a minha irmã por toda a paciência que teve comigo nesta etapa, por todo o apoio, pela força e coragem que sempre me deu.

Aos meus amigos que tornaram esta caminhada mais fácil e inesquecível.

À Doutora Natália Vasconcelos por aceitar ser minha orientadora, por ter o privilégio de enriquecer os meus conhecimentos com os seus conselhos e pela ajuda prestada durante todo o processo de elaboração do presente trabalho.

E por fim a todos os docentes da Universidade Fernando Pessoa, por toda a sabedoria, dedicação e transmissão de conhecimento ao longo destes anos, foram sem dúvida ótimos professores dispostos a ensinar, transmitindo os seus conhecimentos a todos os alunos.

ÍNDICE

ÍNDICE DE SIGLAS E ACRÓNIMOS	ix
I. INTRODUÇÃO	1
1.1 Metodologia	2
II. DESENVOLVIMENTO	3
2.1. Propriedades ideais de uma solução irrigante	3
2.2. Principais Irrigantes em Endodontia	4
a. Hipoclorito de sódio.....	4
b. Clorhexidina	6
c. Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético (EDTA)	7
d. Ácido cítrico	8
e. Álcool.....	9
f. MTAD	10
III. DISCUSSÃO	13
IV. CONCLUSÃO.....	15
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

ÍNDICE DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

% - Percentagem

Ca²⁺ - Ião cálcio

CHX - Clorhexidina

E. faecalis – Enterococcus faecalis

EDTA - Ácido etilenodiamino tetra-acético

HOCl - Ácido hipocloroso

JCD - Junção cimento-dentina

JED - Junção esmalte-dentina

ml - Mililitros

NaOCl - Hipoclorito de Sódio

pH - Potencial hidrogénico

PTG - ProTaper Gold

SCR – Sistema de canais radiculares

TE – Tratamento Endodôntico

°C - Graus Celsius

I. INTRODUÇÃO

A presença de microrganismos é a causa mais prevalente de patologias pulpares e periapicais, sendo necessário o uso de soluções irrigantes e instrumentação para promover a limpeza adequada do Sistema de Canais Radiculares (SCR) (Souza *et al.*, 2018).

O objetivo final do Tratamento Endodôntico (TE) é erradicar a infecção bacteriana (Dumani *et al.*, 2016). De facto, a remoção bacteriana é a chave para um TE de sucesso. A instrumentação do canal radicular por si só não consegue permitir que o canal radicular fique completamente desinfetado, por isso necessita assim do auxílio de irrigantes para completar e alcançar uma boa desinfecção (Teixeira, P. *et al.*, 2018).

A irrigação apresenta várias funções importantes, que podem variar de acordo com o irrigante utilizado tais como: reduzir a fricção entre o instrumento e a dentina, melhorar a eficácia de corte das limas, dissolver o tecido vital e necrótico, evitar o aumento da temperatura das limas e do dente, além de ter um efeito de limpeza e um efeito antimicrobiano/antibiofilme (Haapasalo *et al.*, 2014).

A esterilização do SCR é neste momento impossível de ser alcançada com os instrumentos, substâncias irrigantes e técnicas atuais. Assim, o principal objetivo microbiológico do TE é reduzir as populações bacterianas intracanalares a níveis compatíveis com a cicatrização tecidual perirradicular (Rôças, I. *et al.*, 2016).

As soluções químicas desempenham papéis importantes neste processo de lubrificação e desinfecção das paredes dos canais, remoção de material inorgânico (*smear layer*) e dissolução de tecido orgânico. O hipoclorito de sódio (NaOCl) tem sido amplamente utilizado devido ao seu efeito bactericida e grande capacidade de dissolução de tecido orgânico (Oliveira *et al.*, 2014).

O NaOCl também apresenta algumas desvantagens, incluindo a toxicidade tecidual e o desenvolvimento de complicações sérias quando existe uma extrusão apical. Isso levou à procura de irrigantes alternativos, como a clorhexidina (CHX). Esta não possui capacidade de dissolução tecidual, mas tem uma boa atividade antibacteriana e possui propriedade de substantividade, o que pode resultar num efeito antibacteriano prolongado (Rôças, I. *et al.*, 2016).

Os Quelantes e soluções de ácidos têm sido recomendados para a remoção da *smear layer* de canais radiculares instrumentados tais como o ácido etileno-diamina-tetraacético (EDTA) e o ácido cítrico. Ambos atuam reduzindo a quantidade de íons cálcio do complexo dentinário, alterando a sua permeabilidade (Machado *et al.*, 2018).

O Álcool também é um irrigante importante no TE, normalmente é utilizado como última solução irrigante no protocolo final de irrigação no canal radicular. Esta substância promove uma tensão superficial baixa e uma desidratação das paredes do canal para uma melhor adaptação do material obturador (Thiruvankadam *et al.*, 2016).

O MTAD é um novo irrigante endodôntico, foi introduzido para atender a todos os requisitos ideais e para preencher as limitações das soluções irrigantes já existentes. MTAD é uma mistura de doxiciclina, ácido cítrico e detergente (*Tween 80*) que tem sido o foco de atenção como um irrigante de canal radicular alternativo (Singla, Garg e Gupta, 2011).

Este trabalho tem como objetivo fazer uma revisão bibliográfica sobre as diferentes soluções irrigantes mais usadas atualmente na Endodontia, apresentando as vantagens, desvantagens e possíveis associações entre as mesmas.

1.1 Metodologia

Para a realização deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica *online* de artigos publicados nos motores de busca *B-On* e *Pubmed* entre o dia 1 de abril de 2019 e 10 de julho de 2019.

Foram utilizadas as seguintes palavras-chave em múltiplas combinações: “Irrigating Endodontics”; “Sodium Hypochlorite”; “EDTA”; “Citric Acid”; “Chlorhexidine”, “Etanol” e “MTAD”. A pesquisa incluiu artigos publicados nos últimos 15 anos (2004-2019), em língua inglesa, língua portuguesa, artigos de revisão narrativa e sistemática, estudos de meta-análise, casos clínicos e artigos que relacionassem os diversos irrigantes endodônticos. Foram excluídos artigos que após a leitura do resumo, não apresentavam qualquer interesse para o tema. Para além desta pesquisa foi realizada uma pesquisa na biblioteca da Universidade Fernando Pessoa.

De acordo com os critérios de inclusão e exclusão, no total foram selecionados 49 artigos com base no título e resumo. Para além da pesquisa online foram também utilizados 2 livros.

II. DESENVOLVIMENTO

2.1. Propriedades ideais de uma solução irrigante

O objetivo da irrigação é remover todo o material intracanal, seja de origem pulpar, vital ou necrótico, ou microorganismos do SCR (Castelluci, A. *et al.*, 2005).

As soluções de irrigação para uso endodôntico devem atender a requisitos precisos como (Teixeira, P. *et al.*, 2018; Haapasalo *et al.*, 2014; Deivanayagam Kandaswamy e Nagendrababu Venkateshbabu, 2010; Castelluci, A. *et al.*, 2005):

1. Amplo espectro antimicrobiano.
2. Alta eficácia contra microorganismos anaeróbios e facultativos organizados em biofilmes.
3. Capacidade de inativar endotoxina.
4. Capacidade de evitar a formação da *smear layer* durante a instrumentação ou de dissolver esta última depois de formada.
5. Sem toxicidade quando entram em contato com tecidos vitais, não-cáusticos para os tecidos periodontais e com pouco potencial para causar uma reação anafilática.
6. Baixar a tensão superficial para facilitar o fluxo da solução e o humedecimento da dentina.
7. Capacidade de dissolver tecidos vitais e necróticos da polpa, tanto no lúmen dos canais principais quanto no sistema de canais acessórios.
8. Lubrificar para facilitar a instrumentação e assim melhorar a capacidade de corte dos instrumentos endodônticos.
9. Devem evitar a descoloração do dente.

Atualmente, ainda não existe a solução irrigante ideal, então, dois ou mais irrigantes devem ser combinados para atingir os objetivos acima mencionados.

2.2. Principais Irrigantes em Endodontia

a. Hipoclorito de sódio

Uma solução de irrigação intracanal ideal deve exibir características antibacterianas, de dissolução tecidual máximas e os efeitos menos tóxicos possíveis. O NaOCl tem sido usado como irrigante endodôntico há mais de 70 anos. Este é um potente agente de dissolução para tecidos vitais e necróticos (Zand, V. *et al.*, 2016).

O NaOCl em concentrações variando de 0,5% a 5,25% tem sido amplamente utilizado como irrigante do SCR. Apresenta uma pronunciada atividade antimicrobiana e capacidade de dissolver matéria orgânica (Zandi, H. *et al.*, 2016).

O NaOCl a 5,25% apresenta uma maior atividade antibacteriana dentro dos túbulos dentinários infetados com *E. faecalis* do que as outras concentrações testadas. Este irrigante é capaz de penetrar nos túbulos dentinários (Berber *et al.*, 2006).

É a solução irrigante mais utilizada em Endodontia, no entanto necessita de ser utilizado numa alta concentração e necessita de uma longa exposição para a eliminação de microorganismos persistentes (Souza *et al.*, 2018).

Até três dias após o TE, o uso de NaOCl a 5,25% como irrigante foi associado com significativamente menor dor do que o uso de 2,5% de NaOCl (Palareti *et al.*, 2016). As propriedades antibacterianas e as propriedades de dissolução de tecido orgânico do NaOCl a 5,25% diminuem quando este é diluído (Deivanayagam Kandaswamy e Nagendrababu Venkateshbabu, 2010).

A sua eficácia mostrou-se dependente da temperatura, soluções aquecidas (45-60 °C) têm maiores propriedades de dissolução do material orgânico (Plotino *et al.*, 2016; Deivanayagam Kandaswamy e Nagendrababu Venkateshbabu, 2010; Giardino *et al.*, 2016).

O aumento da temperatura não só apresenta ação bactericida e capacidade de dissolução de tecido orgânico melhorada, mas também é um dos principais fatores que influencia a viscosidade do fluido e tensão superficial. Quando um líquido é aquecido, a energia cinética aumenta, as suas moléculas ficam excitadas e começam a se mover. A energia desse movimento é suficiente para superar as forças que unem as moléculas, permitindo que o líquido se torne mais fluído e diminua a viscosidade. Com o aumento

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

Por outro lado, o NaOCl em diferentes concentrações e temperaturas influencia a resistência à fadiga cíclica dos instrumentos (Alfawaz, H. *et al.*, 2018).

A duração da irrigação com NaOCl, representa o tempo em que o canal está exposto, um tempo de contacto mais longo aumenta a eficácia antibacteriana (Gonçalves, L. *et al.*, 2016).

Também o uso de agitação sónica ou ultrassónica aumenta a eficácia do NaOCl. A irrigação ultrassónica passiva com uma ponta de níquel-titânio produz efeitos superiores de dissolução de tecido orgânico (Deivanayagam Kandaswamy e Nagendrababu Venkateshabu, 2010).

A principal desvantagem do NaOCl é o seu efeito citotóxico quando é extruído do canal radicular para os tecidos periapicais. Os seus efeitos tóxicos nos tecidos vitais induzem reações inflamatórias que não podem ser desvalorizadas (Zand, V. *et al.*, 2016).

Quanto maior a concentração, mais grave é a reação potencial que pode ocorrer se parte do irrigante for inadvertidamente forçado para os tecidos periapicais (Plotino *et al.*, 2016).

Uma outra desvantagem do NaOCl é sua alta tensão superficial, que limita a sua penetração em irregularidades do SCR, tais como istmos e túbulos dentinários (Giardino *et al.*, 2016; Carlotto and Luisi, 2016).

Concentrações mais altas e tempos de contato mais longos com NaOCl podem também produzir degradação irreversível do colagénio, resultando em efeitos negativos na resistência do material obturador (Oliveira *et al.*, 2014).

O NaOCl interfere na adesão do material obturador à superfície dentinária. Sabe-se que o NaOCl promove uma modificação significativa da estrutura dentinária e a redução das propriedades mecânicas da dentina, como a resistência à flexão, a resistência à tração e a resistência à fratura. Assim, esses fatores podem comprometer o sucesso da terapia Endodôntica (Souza *et al.*, 2018).

Por outro lado, este irrigante tem uma grande instabilidade química, aumentada pela exposição ao calor, luz e ar, que pode ser considerada crítica, indicando uma redução na vida útil do NaOCl (Carlotto and Luisi, 2016).

O nível de cloro disponível é o fator crítico, modulando a atividade das soluções de NaOCl. Portanto, o uso de solução fresca é recomendado. Além disso, o teor de cloro das soluções tende a diminuir após as garrafas serem abertas (Carlotto and Luisi, 2016).

b. Clorhexidina

A CHX é um agente antimicrobiano de amplo espectro efetivo contra as bactérias gram-negativas e gram-positivas. Ela possui um componente molecular catiónico que se liga a áreas da membrana celular carregadas negativamente, causando a lise celular (Cohen, S. e Hargreaves, K., 2007).

A CHX exibe atividade antimicrobiana de amplo espectro contra microorganismos de origem Endodôntica, biocompatibilidade e substantividade à dentina, mas não possui capacidade de dissolução de tecido orgânico. A maioria dos estudos *in vitro* indicou que o aumento da concentração de CHX de 0,12% a 2% melhora a eficácia antimicrobiana deste irrigante (Zandi *et al.*, 2016).

Uma das vantagens do uso da CHX no canal radicular é a sua substantividade à dentina, que pode permitir prolongar os seus efeitos antimicrobianos por dias ou semanas e prevenir a reinfecção do canal radicular. A CHX é bacteriostática em baixas concentrações e bactericida em concentrações mais altas. A principal desvantagem deste irrigante quando comparada ao NaOCl é a sua incapacidade de dissolver matéria orgânica (Zandi *et al.*, 2016).

A CHX tem sido proposta como um agente de irrigação promissor para substituir NaOCl durante a desinfecção do canal radicular (Gonçalves, L. *et al.*, 2016).

A ação da CHX ocorre porque as suas moléculas são carregadas positivamente e a parede celular dos microorganismos são carregados negativamente, levando a interação electrostática e alterando o equilíbrio osmótico da célula. O aumento da permeabilidade da parede celular permite que a molécula de CHX consiga penetrar nos microorganismos. Quando a CHX é utilizado em altas concentrações, não há precipitação do citoplasma, com conseqüente morte dos microrganismos (Valera, M. *et al.*, 2016).

Este irrigante possui baixa tensão superficial, proporcionando maior rapidez na sua propagação na superfície dentária e permitindo maior fluxo do irrigante para dentro do canal radicular, com alto coeficiente de penetração (Bernardi e Teixeira, 2015).

Um fluxo final com 2% de CHX após NaOCl e EDTA tem sido proposto para garantir bons resultados em casos de infecção persistente, devido ao seu amplo espectro de ação e à sua propriedade de substantividade. No entanto, a CHX é prejudicada pela sua interação com o NaOCl, que tende a criar produtos que podem descolorar e precipitar o dente e também potencialmente mutagênicos. Por essa razão, a CHX não deve ser usada junto ou imediatamente após o NaOCl. Essa interação é evitada ou minimizada por uma irrigação intermediária com álcool, solução salina ou água destilada (Plotino *et al.*, 2016).

Concluindo, CHX possui muitas propriedades, ou seja, um largo espectro antibacteriano, substantividade e uma ausência relativa de toxicidade, que sugerem que pode ser útil como um irrigante na Endodontia (Mahendra *et al.*, 2014).

c. Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético (EDTA)

A presença da *smear layer* criada durante a instrumentação do canal radicular apresenta um efeito adverso na penetração das soluções de irrigação e dos cimentos nos túbulos dentinários. Agentes quelantes, como o EDTA, têm sido sugeridos para a remoção dessa camada para melhorar a penetração dos cimentos endodônticos nos túbulos dentinários das paredes do canal (Güzel, Uzunoglu e Dogan Buzoglu, 2018).

O EDTA é um quelante que limpa os orifícios dos túbulos dentinários através do Ca^{2+} e outros catiões bivalentes. Apesar de ter propriedades antibacterianas baixas, pode melhorar a capacidade de penetração de agentes antibacterianos, como o NaOCl, nos túbulos da dentina infetada (Güzel, Uzunoglu and Dogan Buzoglu, 2018).

O EDTA é geralmente aceito como o agente quelante mais eficaz com propriedades lubrificantes e é amplamente utilizado na terapia Endodôntica. Ele é usado para permeabilizar os canais radiculares, remover a *smear layer* e preparar as paredes dos canais para melhor adesão dos materiais obturadores (Darda *et al.*, 2014).

O EDTA mostra a capacidade para remover de forma muito eficaz o componente inorgânico, especialmente no terço médio e coronal do canal (Giovanna *et al.*, 2019).

Esta solução irrigante é normalmente usada em concentrações entre 10% e 17%, e seu pH é modificado do seu valor original de 4 para 7/8, no qual aumenta a sua capacidade quelante (Rossi-Fedele *et al.*, 2012; Serper e Calt 2002, *Cit in.* Pérez-Heredia *et al.*, 2008).

Segundo Plotino, o EDTA tem a capacidade de decompor o componente inorgânico dos detritos intracanales e é geralmente usado na concentração de 17% (Plotino *et al.*, 2016). Esta solução tem uma baixa tensão superficial que faz aumentar a molhabilidade da dentina e assim melhora a penetração dos irrigantes ou cimentos nas paredes do canal (Güzel, Uzunoglu e Dogan Buzoglu, 2018).

Para a remoção efetiva dos componentes inorgânicos da *smear layer*, recomenda-se a irrigação final dos canais radiculares com 10 ml de EDTA a 17% (Darda *et al.*, 2014).

Nenhum efeito bactericida contra *E. faecalis* foi demonstrado pela solução de EDTA a 17%, mesmo após 60 minutos de tempo de contato (Arias-Moliz *et al.*, 2008). No entanto, o EDTA enfraquece a membrana celular bacteriana mas sem matar a célula (Haapasalo *et al.*, 2014).

Tem sido proposto que embora a solução de EDTA não seja uma substância quimicamente ativa com efeito antimicrobianos indiretamente reduz a quantidade de microorganismos na dentina dos canais radiculares pela sua ação na remoção da *smear layer* (Arias-Moliz *et al.*, 2008).

d. Ácido cítrico

O ácido cítrico é um agente quelante que reage com os metais para formar um quelante solúvel não iônico. Ele foi aplicado em superfícies radiculares alteradas por doenças periodontais. Além disso, foi proposto como agente condicionador de tecidos duros dentários. Apresenta uma boa estabilidade química, mostra ligeiro efeito antimicrobiano contra os anaeróbios facultativos e obrigatórios (Arslan, H. *et al.*, 2014).

A eficácia do ácido cítrico para a remoção da *smear layer* foi demonstrada na década de 1970 (Genç Şen *et al.*, 2014). A eficiência clínica desta solução tem sido relatada na literatura. O ácido cítrico além de ser eficaz para a remoção da *smear layer*, causa erosão de dentina peritubular e intertubular e reduz a microdureza da dentina (Turk, Kaval e Şen, 2015).

As soluções de ácido cítrico variam em concentrações de 1% a 50% (Giovanna *et al.*, 2019).

Contrariamente às expectativas, o poder de descalcificação das soluções de ácido cítrico não aumenta com uma concentração mais elevada, soluções de ácido cítrico a 10% mostram resultados melhores do que 20% e que soluções a 20% são mais eficazes que 40% (Hennequin *et al.*, 1994 *cit. in* S. González-Lopez *et al.*, 2006; Genç Şen *et al.*, 2014)

As soluções de ácido cítrico com um pH inferior ou superior a 1.1 mostram ter pior desempenho (Hennequin *et al.*, 1994 *cit. in* S. González-Lopez *et al.*, 2006).

Como vimos, a concentração de ácido cítrico tem influência significativa sobre a sua capacidade quelante. Concentrações mais baixas de soluções ácidas foram recomendados para o Tratamento Endodôntico e para evitar a erosão indesejável da dentina no canal radicular (Reis *et al.*, 2008 *cit in* Turk, Kaval e Şen, 2015).

O ácido cítrico foi relatado como sendo eficaz em microrganismos anaeróbios e menos citotóxico do que o EDTA e o seu efeito quelante e de descalcificação é significativamente maior do que o EDTA. Além disso, o ácido cítrico é mais económico comparativamente ao EDTA (Zhang *et al.*, 2010; Reis *et al.*, 2008 e Machado Silveiro *et al.*, 2004 *cit in* Balasubramanian *et al.*, 2017).

e. Álcool

É recomendado a irrigação do canal radicular com álcool antes da obturação. A premissa básica é que o álcool reduz a tensão superficial dos irrigantes e cimentos obturadores. Ao diminuir a tensão superficial de um fluído ou cimento aumenta o fluxo de fluido para os túbulos dentinários. Assim, este espalha-se pelos túbulos dentinários e desidrata o canal radicular à medida que se evapora (Schäfer, 2007).

De facto, a molhabilidade da superfície da dentina pode ser alterada usando soluções de álcool em diferentes concentrações. Com base nisso, Pantoja e col (2018) sugeriram que o álcool pode oferecer potenciais benefícios à ligação da dentina radicular com um adesivo hidrofóbico (Pantoja *et al.*, 2018).

Uma irrigação final das paredes do canal com álcool altera as propriedades da dentina radicular, aumentando a penetração do cimento endodôntico nos túbulos

dentinários. A interação entre um cimento hidrofóbico e uma superfície com características hidrofóbicas mais altas proporciona um baixo ângulo de contato, maior penetração do cimento, maior bloqueio mecânico nos túbulos, retenção, capacidade fixadora, conseqüentemente, maior eficácia antibacteriana (Pantoja *et al.*, 2018).

A aplicação de álcool nas paredes radiculares é descrita em terapias endodônticas para desidratação de canais radiculares antes de preenchê-las com material obturador (França, F. *et al.*, 2015).

O mecanismo proposto é a atividade surfactante do álcool, a desidratação da dentina pode ser uma explicação alternativa porque o álcool não pode alterar a composição da superfície. O álcool geralmente é considerado como um meio de desidratação, podendo melhorar o processo de evaporação de um modo mais rápido e mais económico. Às vezes pontas de papel absorvente não conseguem atingir a extremidade apical do canal em raízes longas e curvas, deste modo o uso do álcool ajuda a superar estas desvantagens (Thiruvankadam *et al.*, 2016).

O álcool em concentrações elevadas é conhecido por ser bactericida (mata bactérias) e também se considera bacteriostáticos (atrasos de crescimento bacteriano) a baixas concentrações (Kayaoglu *et al.*, 2011).

Este é também utilizado entre a CHX e o NaOCl de forma a evitar que estas duas últimas soluções se contactem. A irrigação de NaOCl após a CHX ou vice-versa tende a criar produtos que podem descolorar e precipitar o dente, podendo ser potencialmente mutagénico. Sendo assim o álcool é utilizado como uma limpeza intermédia para assim podermos utilizar estes dois irrigantes no mesmo TE (Plotino *et al.*, 2016).

f. MTAD

MTAD é uma nova solução de irrigação (BioPure, Dentsply) contendo uma mistura de tetraciclina, ácido e um detergente. Apresenta-se como uma solução aquosa com efeitos erosivos mínimos sobre superfícies da dentina e é usada na irrigação final (Balto, Shakoor e Kanfar, 2015; Gupta, P. *et al.*, 2015).

MTAD encontra-se comercialmente disponível como pó e sistema de líquido. O líquido contém 4,25% de ácido cítrico e 0,5% de polissorbato 80 detergente (*Tween 80*). A ação do ácido cítrico auxilia na remoção da *smear layer*. O *Tween 80* é conhecido por

diminuir a tensão superficial e aumentar o efeito antimicrobiano de vários irrigantes utilizados no canal radicular. O pó contém 3% de hclato de doxiciclina. Sendo um antibiótico bacteriostático, não mata bactérias, mas impede a multiplicação de muitas bactérias suscetíveis. A propriedade bacteriostática é vantajosa, pois na ausência de lise bacteriana, os subprodutos antigênicos (endotoxinas) não são libertados (Srikumar, Sekhar e Nischith, 2013).

A combinação de uma baixa concentração de NaOCl, como irrigante de canal radicular, e MTAD, como irrigação final, mostra ser significativamente mais eficaz contra *E. faecalis* (Singla, Garg e Gupta, 2011).

O MTAD também dissolve a porção inorgânica da *smear layer* e penetra nos túbulos dentinários descalcificando-os (Patil, P. et al., 2018).

Devido à baixa tensão superficial de MTAD o contacto íntimo da solução irrigante com as paredes dentinárias pode aumentar, o que pode permitir a penetração mais profunda e mais eficaz da *smear layer*, sendo assim obtém-se uma melhor desinfecção (Singla, Garg e Gupta, 2011). No entanto, verifica-se que a eficácia do MTAD na remoção completa da *smear layer* é aumentada quando baixas concentrações de NaOCl (1,3%) foram usadas como irrigantes intra-canal antes da irrigação final da MTAD (Bukhary and Balto, 2017).

O uso de MTAD tem sido relatado como sendo mais eficaz na remoção de *smear layer*, em comparação com a utilização de EDTA e NaOCl (Singla, Garg e Gupta, 2011) e causar menos danos para a estrutura do dente em relação ao EDTA (Ertas e Sagsen, 2015).

O seu uso também parece vantajoso considerando a sua capacidade de dissolver tecido pulpar (Singla, Garg e Gupta, 2011).

Embora a biocompatibilidade do MTAD ser aparentemente melhor do que a dos outros irrigantes convencionais, o MTAD revelou menor número de células pulpares dentárias viáveis ligadas à parede do canal radicular que poderiam ter um papel na regeneração pulpar. Isto sugere que, atualmente, o MTAD não pode ser considerado como o irrigante de escolha nas técnicas de revascularização pulpar, especialmente quando há relatos de revascularização pulpar bem sucedida com irrigantes muito mais baratos e mais facilmente disponíveis, como o NaOCl (Singla, Garg e Gupta, 2011).

Concluindo, MTAD é um material biocompatível, com baixa citotoxicidade e boa atividade antimicrobiana. Verificou-se ser altamente eficaz contra *E. faecalis* em infecções refratárias do canal radicular. Não causa irritação aos tecidos periapicais, mesmo que seja extruído para a área periapical. É o mais efetivo na remoção da *smear layer* com mínima erosão dos túbulos dentinários (Srikumar, Sekhar e Nischith, 2013; Ertas e Sagsen, 2015; Gupta, P. et al., 2015).

No entanto, o MTAD, tem a capacidade de descoloração das dentições primária e permanente. É contraindicado na gravidez e é mais caro do que outros irrigantes usados no TE. Deve ser preparado no momento da utilização (uma vez que o componente líquido é misturado com pó) e tem uma vida útil curta pois deve ser utilizado dentro de 48 horas, mesmo se refrigerado (Srikumar, Sekhar e Nischith, 2013).

III. DISCUSSÃO

O sucesso do TE depende da combinação de instrumentação adequada, irrigação e obturação do canal radicular sendo o principal objetivo do TE a otimização da desinfecção do canal radicular e a prevenção da reinfecção (Deivanayagam Kandaswamy e Nagendrababu Venkateshbabu, 2010).

Um irrigante ideal deverá compreender as seguintes propriedades: desinfetante, remover a matéria orgânica e inorgânica, biocompatível, não citotóxico para os tecidos vitais, com baixa tensão superficial e deve auxiliar no desbridamento completo do SCR (Weibel and Montagner, 2019).

Várias soluções irrigantes têm sido utilizadas em terapia do canal radicular, mas NaOCl é o irrigante endodôntico mais comumente usado por causa da sua excelente propriedade antibacteriana e a sua capacidade de dissolver o tecido orgânico (Dumani *et al.*, 2016). Pode ser utilizado em várias concentrações (0,5 a 6%), não há uma concentração ideal, autores diferentes referem percentagens diferentes, mas o mais consensual é que a percentagem ideal seja de 5,25%.

Este irrigante tem um amplo espectro antibacteriano, ao mesmo tempo que possui capacidade de inativar endotoxinas. Ao contrário de outros irrigantes, é eficaz na dissolução de tecidos orgânicos, mas não consegue remover o componente inorgânico da *smear layer* (Dutner, Mines e Anderson, 2012).

As propriedades do NaOCl mostram ser mais eficazes com o aumento da temperatura, do tempo de contacto, da concentração, do volume, utilização de instrumentos de ultra-som para aumentar a agitação e também com a diminuição do pH.

Apesar do NaOCl ser o irrigante universal tem as suas desvantagens, é citotóxico e quanto maior for a concentração maior será a toxicidade para os tecidos vitais. Ele também apresenta baixa tensão superficial e isso não o beneficia porque limita a sua penetração em irregularidades do SCR.

Isso levou à procura de irrigantes alternativos, como CHX. A CHX não possui capacidade de dissolução tecidual, mas tem boa atividade antibacteriana contra bactérias de origem endodôntica sendo altamente eficaz contra uma variedade de espécies bacterianas orais gram-positivas e gram-negativas (Gonçalves, L. *et al.*, 2016) e possui a

propriedade de substantividade, o que pode resultar em efeitos antibacterianos prolongados (Rôças, I. *et al.*, 2016).

Como as soluções de NaOCl e CHX exercem pouco efeito sobre os componentes inorgânicos da *smear layer*, quelantes e soluções de ácidos têm sido recomendados para remover a camada de *smear layer* dos canais radiculares instrumentados, incluindo o EDTA e o ácido cítrico (Arias-moliz *et al.*, 2008).

O EDTA é um agente quelante, que é utilizado depois do NaOCl na irrigação final (Haapasalo *et al.*, 2014). O EDTA só afeta a parte inorgânica de camada dentinária (hidroxiapatite) e a remoção completa da *smear layer* só pode ser alcançada quando NaOCl foi utilizado antes da irrigação final com EDTA (Haapasalo *et al.*, 2014).

O ácido cítrico também tem uma longa história de uso na irrigação do canal radicular. Ele pode ser usado em vez de EDTA como irrigante final para remover a *smear layer* após a utilização de NaOCl (Haapasalo *et al.*, 2014).

O álcool é habitualmente usado para diminuir a tensão superficial dos canais radiculares, desidratar/ secar os canais e otimizar as condições canulares para uma melhor adaptação do material obturador à dentina (Thiruvankadam *et al.*, 2016).

O álcool também é utilizado entre a irrigação de NaOCl e CHX para evitar que se forme um precipitado castanho de Parachloroanilina que é potencialmente carcinogênico.

O MTAD é uma nova solução de irrigação no qual contém uma mistura de tetraciclina, ácido e um detergente. As vantagens desta solução irrigadora é a capacidade de remover melhor a *smear layer*, biocompatibilidade, com menos toxicidade, apresenta baixa tensão superficial, menores efeitos adversos sobre a estrutura dentinária, promove uma melhor adesão à dentina e ainda pelas razoáveis propriedades antimicrobianas (bacteriostática). Este irrigante tem, no entanto, reduzida compatibilidade com as células da polpa dentária para procedimentos de revascularização, tempo de vida reduzido e um custo elevado.

Muitas soluções irrigantes têm sido estudadas extensivamente para determinar qual apresentam as propriedades ideais, mas o irrigante ideal ainda não foi descoberto (Dutner, Mines e Anderson, 2012).

É preciso também não esquecer que o tratamento da superfície da dentina com diferentes irrigantes pode causar alterações na composição química e estrutural da dentina

humana, alterando as suas características de permeabilidade e solubilidade e, consequentemente, afetando a adesão dos materiais às superfícies dentinárias (Rahman Hashem *et al.*, 2009).

Portanto, considerando a importância de eliminar microorganismos e seus subprodutos do SCR para o sucesso do Tratamento Endodôntico e a busca constante de soluções irrigantes que podem eliminar estes microorganismos, as investigações sobre irrigantes e medicamentos naturais são altamente relevantes, que podem permitir a utilização de um produto químico, substância capaz de atuar sobre os microorganismos e seus subprodutos, com menos efeitos adversos para o organismo e para o ambiente (Valera *et al.*, 2016).

IV. CONCLUSÃO

O Tratamento Endodôntico apresenta fases que são cruciais, para que tanto a irrigação como a instrumentação consigam remover os microorganismos assim como outros resíduos do sistema de canais radiculares.

O NaOCl continua a ser a solução irrigadora de escolha universal, de acordo com a literatura.

MTAD, EDTA e o ácido cítrico são utilizados como soluções irrigantes finais que apresentam capacidade de remoção da *smear layer*.

O álcool é o irrigante final utilizado devido às suas propriedades que contribuem para uma melhor adaptação à dentina, baixar tensão superficial e desidratar/secar o SCR.

A CHX é alternativa viável ao NaOCl de acordo com a evidência científica.

Mais investigação terá de surgir para otimização do TE conseguindo-se que com a utilização de menos irrigantes se alcancem os objetivos pretendidos na irrigação.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfawaz, H. *et al.* (2018) 'Effects of Sodium Hypochlorite Concentration and Temperature on the Cyclic Fatigue Resistance of Heat-treated Nickel-titanium Rotary Instruments', *Journal of Endodontics*, 44(10), pp. 1563–1566.
- Arias-Moliz, M. T. *et al.* (2008) 'Bactericidal activity of phosphoric acid, citric acid, and EDTA solutions against *Enterococcus faecalis*', *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 106(2), pp. 84–89.
- Arslan, H. *et al.* (2014) 'Effect of citric acid irrigation on the fracture resistance of endodontically treated roots', *European Journal of Dentistry*, 8, pp. 74-78.
- Balasubramanian, S. K. *et al.* (2017) 'A comparative study of the quality of apical seal in resilon/epiphany se following intra canal irrigation with 17% EDTA, 10% citric acid, and mtad as final irrigants – A dye leakage study under vacuum', *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(2), pp. ZC20–ZC24.
- Balto, H. A., Shakoor, Z. A. e Kanfar, M. A. (2015) 'Combined effect of a mixture of tetracycline, acid, and detergent, and Nisin against *Enterococcus faecalis* and *Actinomyces viscosus* biofilms', *Saudi Medical Journal*, 36(2), pp. 211–215.
- Berber, V. B. *et al.* (2006) 'Efficacy of various concentrations of NaOCl and instrumentation techniques in reducing *Enterococcus faecalis* within root canals and dentinal tubules', *International Endodontics Journal*, 39, pp. 10–17.
- Bernardi, A. e Teixeira, C. S. (2015) 'The properties of chlorhexidine and undesired effects of its use in endodontics', *Quintessence International*, 46(7), pp. 575–582.
- Bukhary, S. e Balto, H. (2017) 'Antibacterial Efficacy of Octenisept, Alexidine, Chlorhexidine, and Sodium Hypochlorite against *Enterococcus faecalis* Biofilms', *Journal of Endodontics*, 43(4), pp. 643–647.
- Carlotto, I. B. e Luisi, S. B. (2016) 'Calcium Hypochlorite Solutions : Evaluation of Surface Tension and Effect of Different Storage Conditions and Time Periods over pH and Available Chlorine Content', *Journal of Endodontics*, pp. 1–5.
- Castellucci, A. (2005). Endodontics. In: Castellucci, A. e Berutti, E. (Eds.) *Cleaning and Shaping the Root canal system, IL Tridente*, pp. 396-431.
- Cohen, S. e Hargreaves, K. (2007). Caminhos da Polpa. In: Peters, O e Peters, C. (Eds) *Limpeza e Modelagem de Canais Radiculares, Elsevier Editora Ltda*, pp. 234-290.
- Darda, S. *et al.* (2014) 'An in-vitro evaluation of effect of EDTAC on root dentin with respect to time', *Journal International Oral Health*, 6(2), pp. 22–27.
- Dumani, A. *et al.* (2016) 'Antibacterial Efficacy of Calcium Hypochlorite with Vibringe Sonic Irrigation System on *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study', *BioMed Research International*, 1(1), pp.1-5.
- Dutner, J., Mines, P. e Anderson, A. (2012) 'Irrigation trends among american association of endodontists members: A web-based survey', *Journal of Endodontics*, 38(1), pp. 37–40.
- Estrela, A. (2004). Ciência Endodôntica. In: Pécora, J. e Estrela, A. (Eds.) *Hipoclorito de sódio, Artes Médicas Ltda*, pp.415-428.
- Ertas, H. e Sagsen, B. (2015) 'Comparison of the effect of MTAD and conventional irrigation agents on apical leakage and push-out bond strength of root canal filling', *Scanning*, 37(6), pp. 393–398.
- França, F. *et al.* (2015) 'Effect of Chlorhexidine and Ethanol Application on Long-term Push-out Bond Strength of Fiber Posts to Dentin.', *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 16(7), pp. 547–553.
- Genç Şen, Ö. *et al.* (2014) 'Efficacy of Two Irrigants Used with Self-Adjusting File System on Smear Layer: A Scanning Electron Microscopy Study', *International Scholarly Research Notices*, 2014, pp. 1–5.
- Giardino, L. *et al.* (2016) 'Influence of Temperature on the Antibacterial Activity of Sodium Hypochlorite', *Brazilian Dental Journal*, 27, pp. 32–36.
- Giovanna, M. *et al.* (2019) 'Demineralization, Collagen Modification and Remineralization Degree of Human Dentin after EDTA and Citric Acid Treatments', *Materials*, 25(12), pp. 1–20.

- González-López, S. *et al.* (2006) 'Effect of CHX on the Decalcifying Effect of 10% Citric Acid, 20% Citric Acid, or 17% EDTA', *Journal of Endodontics*, 32(8), pp. 781–784.
- Gonçalves, L. S. *et al.* (2016) 'The Effect of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine as Irrigant Solutions for Root Canal Disinfection : A Systematic Review of Clinical Trials', *Journal of Endodontics*, 42(4), pp. 527–532.
- Gupta, P. *et al.* (2015) 'Comparative Evaluation of a New Endodontic Irrigant - Mixture of a Tetracycline Isomer, an Acid, and a Detergent to Remove the Intracanal Smear Layer: A Scanning Electron Microscopic Study', *Journal International Oral Health*, 7(4), pp. 1–6.
- Güzel, C., Uzunoglu, E. e Dogan Buzoglu, H. (2018) 'Effect of Low-surface Tension EDTA Solutions on the Bond Strength of Resin-based Sealer to Young and Old Root Canal Dentin', *Journal of Endodontics*, 44(3), pp. 485–488.
- Haapasalo, M. *et al.* (2014) 'Irrigation in endodontics', *British Dental Journal*, 216(6), pp. 299–303.
- Kandaswamy, D. e Venkateshbabu, N. (2010) 'Root canal irrigants', *Journal of Endodontics*, 13(4), pp. 256-264.
- Kayaoglu, G. *et al.* (2011) 'Antibacterial activity of propolis versus conventional endodontic disinfectants against enterococcus faecalis in infected dentinal tubules', *Journal of Endodontics*, 37(3), pp. 376–381.
- Ma, J. *et al.* (2015) 'The effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine irrigants on the antibacterial activities of alkaline media against Enterococcus faecalis', *Archives of Oral Biology*, 60(7), pp. 1075–1081.
- 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.
- Mahendra, A. *et al.* (2014) 'Comparative evaluation of antimicrobial substantivity of different concentrations of chlorhexidine as a root canal irrigant: An in vitro study', *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. Elsevier Ltd, 4(3), pp. 181–185.
- Oliveira, J. S. *et al.* (2014) 'Quantitative assessment of root canal roughness with calcium-based hypochlorite Irrigants by 3D CLSM', *Brazilian Dental Journal*, 25(5), pp. 409–415.
- Palareti, G. *et al.* (2016) 'Comparison between different D-Dimer cutoff values to assess the individual risk of recurrent venous thromboembolism: Analysis of results obtained in the DULCIS study', *International Journal of Laboratory Hematology*, 38(1), pp. 42–49.
- Pantoja, C. *et al.* (2018) 'Influence of ethanol on dentin roughness, surface free energy, and interaction between AH Plus and root dentin', *Brazilian Oral Research*, 32(0), pp. 1-7.
- Patil, P. *et al.* (2018) 'Efficacy of new irrigating solution on smear layer removal in apical third of root canal: A scanning electron microscope study', *Journal of Conservative Dentistry*, 21(2), pp. 190-193.
- Plotino, G. *et al.* (2016) 'New Technologies to Improve Root Canal Disinfection', *Brazilian Dental Journal*, 27(1), pp. 3-8.
- Pérez-Heredia, M. *et al.* (2008) 'Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine', *International Endodontic Journal*, 41(5), pp. 418–423.
- Rahman Hashem, A. *et al.* (2009) 'The Effect of Different Irrigating Solutions on Bond Strength of Two Root Canal-filling Systems', *Journal of Endodontics*, 35(4), pp. 537–540.
- Rossi-Fedele, G. *et al.* (2012) 'Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid', *Journal of Endodontics*, 38(4), pp. 426–431.
- Rôças, I. *et al.* (2016) 'Disinfecting Effects of Rotary Instrumentation with Either 2.5% Sodium Hypochlorite or 2% Chlorhexidine as the Main Irrigant: A Randomized Clinical Study', *Journal of Endodontic*, 1, pp. 1–5.
- Schäfer, E. (2007) 'Irrigation of the root canal', *Quintessence Journals*, 1(1), pp. 11–27.
- Singla, M. G., Garg, A. e Gupta, S. (2011) 'MTAD in endodontics: An update review', *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 112(3), pp. e70–e76.
- Souza, M. A. *et al.* (2018) 'Antimicrobial activity of hypochlorite solutions and reciprocating

- instrumentation associated with photodynamic therapy on root canals infected with *Enterococcus faecalis* – An in vitro study’, *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. Elsevier B.V., 23, pp. 347–352.
- Srikumar, G. P. V, Sekhar, K. S. e Nischith, K. G. (2013) ‘Mixture tetracycline citric acid and detergent - A root canal irrigant. A review’, *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 3(1), pp. 31–35.
- Teixeira, P. *et al.* (2018) ‘Cytotoxicity assessment of 1% peracetic acid, 2.5% sodium hypochlorite and 17% EDTA on FG11 and FG15 human fibroblasts’, *Acta Odontologica Latinoamericana*, 31(1), pp.11-15.
- Thiruvankadam, G. *et al.* (2016) ‘Effect of 95% Ethanol as a Final Irrigant before Root Canal Obturation in Primary Teeth: An in vitro Study’, *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 9(1), pp. 21–24.
- Turk, K. e Şen, 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.
- 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.
- Weibel, D. E. e Montagner, F. (2019) ‘Influence of surfactants addition on the properties of calcium hypochlorite solutions’, *Journal of Applied Oral Science*, pp. 1–9.
- Zand, V. *et al.* (2016) ‘Antibacterial efficacy of different concentrations of sodium hypochlorite gel and solution on *Enterococcus faecalis* biofilm’, *Iranian Endodontic Journal*, 11(4), pp. 315–319.
- Zandi, H. *et al.* (2016) ‘Antibacterial Effectiveness of 2 Root Canal Irrigants in Root-filled Teeth with Infection: A Randomized Clinical Trial’, *Journal of Endodontics*, 42(9), pp. 1307–1313.
- Zhang, K. *et al.* (2010) ‘Effects of Different Exposure Times and Concentrations of Sodium Hypochlorite/Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Structural Integrity of Mineralized Dentin’, *Journal of Endodontics*, 36(1), pp. 105–109.