

**CENTRO UNIVERSITARIO FAMINAS**

**HEYDER CAMARGOS SILVA**

**IRRIGAÇÃO FINAL NO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES  
UTILIZANDO ÁCIDO CITRICO: CAPACIDADE ANTIMICROBIANA E  
EFEITO CITOTOXICO**

**CURSO DE BACHARELADO EM ODONTOLOGIA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Muriaé**

**2022**

**HEYDER CAMARGOS SILVA**

**IRRIGAÇÃO FINAL NO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES  
UTILIZANDO ÁCIDO CITRICO: CAPACIDADE ANTIMICROBIANA E  
EFEITO CITOTOXICO**

Trabalho apresentado como requisito parcial para a Conclusão do Curso de Bacharelado em Odontologia do Centro Universitário FAMINAS.

Orientador: Prof. Ms. Daniel Brandão Neto

**MURIAÉ**

**2022**

S581i Silva, Heyder Camargos

Irrigação final do sistema de canais radiculares utilizando ácido cítrico: capacidade antimicrobiana e efeito citotóxico./ Heyder Camargos Silva. Muriaé: FAMINAS, 2022.

27p.

Orientador: prof. Ms. Daniel Brandão Neto

1. Desinfecção. 2. citotoxicidade. 3. Ácido cítrico. 4. Canal Radicular.  
I. Silva, Heyder Camargos. II. Título.

CDD 617

Folha de Aprovação (ANEXO 2)

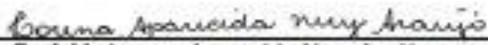
HEYDER CAMARGOS SILVA

IRRIGAÇÃO FINAL NO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES UTILIZANDO ÁCIDO  
CITRICO: CAPACIDADE ANTIMICROBIANA E EFEITO CITOTOXICO

Trabalho de conclusão de curso

COMISSÃO EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Ms. Daniel Brandão Neto  
Centro Universitário FAMINAS

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Ms. Lorena Aparecida Nery Araújo  
Centro Universitário FAMINAS

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Ms. Sandro Junio Oliveira Tavares  
Universida Federal Fluminense

NOTA: 100

Muriae, 04 de julho de 2022

 **FAMINAS**

 **FAMINAS**  
Centro Universitário

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho de conclusão de curso à minha família. Meus pais, meu irmão, minha namorada e minha estrelinha, minha vovó Antonia. Sinto-me feliz em saber que sentem orgulho de mim e que sou capaz de concluir algo que sempre soou ser tão desafiador para mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a deus por toda sabedoria, inteligência, discernimento e por ter me dado forças para concluir este trabalho de conclusão de curso.

Ao mestre Daniel Brandão serei eternamente grato por ter aceitado ser meu orientador em um momento de angústia e incerteza e cumprir tal papel com tamanha sabedoria, disponibilidade, boa vontade e por compartilhar seus conhecimentos. Levarei sempre comigo seus sábios ensinamentos tanto quanto professor de endodontia quanto à orientação que tive durante a escrita deste trabalho.

À minha namorada Wiery, sou grato pela força que sempre me dá, por abrir mão de horas de sono para me ajudar a redigir, corrigir e formatar meu trabalho. Obrigado por ser meu ombro amigo e porto seguro nos momentos em que me senti cansado e quis fraquejar, por compreender a batalha e abrir mão de momentos em que poderíamos estar juntos. Sem você nada disso seria feito. Você é vencedora junto comigo.

Aos meus pais, Geraldo e Marcia e meu irmão Andrew, agradeço pela união de sempre e por me proporcionarem conforto e estabilidade para concluir o curso e este trabalho.

Agradeço ao meu sexteto, Geovana, Isadora, Maria Eduarda, Marina Talita e Thulio, que sempre foram amigos que fizeram o que podiam um pelo outro e que tornaram esta jornada menos cansativa e mais prazerosa. À amiga Miriã, obrigado pela paciência e por tirar tantas dúvidas, sempre disposta a ajudar.

A todos os amigos, familiares e colegas que contribuíram para a conclusão e finalização deste trabalho, meu muito obrigado!

## EPÍGRAFE

“O Senhor é meu pastor e nada me faltará.”

Salmos 23 1

SILVA, Heyder Camargos. **IRRIGAÇÃO FINAL NO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES UTILIZANDO ÁCIDO CÍTRICO: CAPACIDADE ANTIMICROBIANA E EFEITO CITOTÓXICO.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Bacharelado em Odontologia. Centro Universitário FAMINAS, 2021

## RESUMO

O tratamento endodôntico requer minuciosa atenção em todas as suas etapas clínicas, principalmente no preparo químico mecânico, onde são utilizados instrumentos endodônticos associado aos agentes de irrigação. Nesta etapa do tratamento ocorre a desinfecção do sistema de canais radiculares através da ação química dos irrigantes empregados na técnica. Partindo da premissa de que o sucesso do tratamento endodôntico é baseado na máxima erradicação bacteriana com posterior selamento hermético do canal radicular utilizando o devido material obturador, este ato deve ser executado com máxima cautela afim de evitar efeitos deletérios durante a técnica endodôntica e otimizar o processo de desinfecção dos canais. Assim, cabe ao profissional buscar soluções para a sua desinfecção efetiva para favorecer o bom prognóstico. Nesse contexto o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura afim de se abranger o conceito de desinfecção e citotoxicidade após o refinamento do preparo do canal radicular utilizando ácido cítrico e sua importância no tratamento endodôntico. A metodologia empregada foi a busca bibliográfica em portais eletrônicos como PubMed, Biblioteca Virtual em Saúde – BVS, Scopus, Google Acadêmico, assim como busca manual na lista de referências de estudos incluídos. Os descritores utilizados foram referentes a citotoxicidade, desinfecção, ácido cítrico e canal radicular. É possível observar que o assunto vem sendo estudado, e é permeado por diversos conceitos. Este estudo permitiu avaliar resultados na literatura quanto às propriedades antimicrobianas do ácido cítrico e seus efeitos citotóxicos e por não haver um padrão de resultados que defina margem segura para sua utilização se faz necessário mais pesquisas para expor resultados concretos que tragam segurança para sua utilização.

**Palavras-chave:** Desinfecção, citotoxicidade, ácido cítrico e canal radicular

## **ABSTRACT**

Endodontic treatment requires careful attention in all its clinical stages, especially in mechanical chemical preparation, where endodontic instruments are used associated with irrigation agents. In this stage of the treatment, the root canal system is disinfected through the chemical action of the irrigants used in the technique. Assuming that the success of endodontic treatment is based on maximum bacterial eradication with subsequent hermetic sealing of the root canal using the proper filling material, this act must be performed with utmost caution in order to avoid deleterious effects during the endodontic technique and to optimize the process. channel disinfection. Thus, it is up to the professional to seek solutions for its effective disinfection to favor a good prognosis. In this context, the objective of this study was to carry out a literature review in order to cover the concept of disinfection and cytotoxicity after the refinement of root canal preparation using citric acid and its importance in endodontic treatment. The methodology used was the bibliographic search in electronic portals such as PubMed, Virtual Health Library – VHL, Scopus, Google Scholar, as well as manual search in the reference list of included studies. The descriptors used were related to cytotoxicity, disinfection, citric acid and root canal. It is possible to observe that the subject has been studied, and is permeated by several concepts. This study allowed us to evaluate results in the literature regarding the antimicrobial properties of citric acid and its cytotoxic effects and because there is no standard of results that defines a safe margin for its use, more research is needed to expose concrete results that bring safety to its use.

**Keywords: Disinfection, cytotoxicity, citric acid and root canal**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVO.....</b>	<b>12</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>13</b>
<b>4. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
4.1. DESINFECÇÃO E LIMPEZA.....	14
4.2. CITOTOXICIDADE.....	14
4.3. ÁCIDO ETILENODIAMINO TETRA-ACÉTICO (EDTA).....	15
4.4. ACIDO CÍTRICO.....	16
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>21</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Esta revisão de literatura tem como tema a utilização do ácido cítrico na irrigação final no sistema de canais radiculares, assim como sua capacidade antimicrobiana e efeito citotóxico. Pesquisas ao longo dos anos relatam que ao ser realizado o tratamento endodôntico, independente se a instrumentação utilizada for mecânica ou manual, se produz smear layer, composta por materiais orgânicos e inorgânicos. Essas camadas vedam as paredes instrumentadas e diminuem a penetração dos medicamentos intracanaís dentro dos túbulos dentinários e posteriormente reduzem a aderência dos materiais obturadores às paredes do canal radicular (TURK et al., 2015).

A partir das informações coletadas, verificou-se que a irrigação é eficaz na remoção de bactérias, detritos, tecido pulpar necrótico e smear layer em combinação com a instrumentação mecânica do canal radicular. A partir das informações coletadas, verificou-se que a solução irrigadora mais utilizada é o hipoclorito de sódio, por matar as bactérias rapidamente, mesmo quando utilizado em baixas concentrações, mas possui aspectos negativos como toxicidade relevante, sabor desagradável e incapacidade em remover o smear layer (XIAOFEI ZHU et al., 2013).

Com isso, se faz necessário a utilização de um irrigante final que seja capaz de remover detritos inorgânicos de dentina e tecidos orgânicos, contendo tecidos vitais e necróticos da polpa e células sanguíneas e bacterianas, fazendo com que conseqüentemente aumente a aderência do material obturador à parede do canal radicular (ABU et al., 2021).

O ácido etilenodiaminotetraacético foi introduzido ao final dos anos 50, sendo mais conhecido por EDTA, e atualmente é o quelante mais utilizado na endodontia (MAFRA et al., 2017). Sua eficiência é comprovada cientificamente por realizar a quelação do canal radicular por possuir seis sítios potenciais para ligação de íons metálicos, formando complexos estáveis com íons Ca e desmineralizando a superfícies do canal radicular. (KAMBLE et al., 2017)

A literatura descreve o ácido cítrico como um ácido fraco e que possui forte poder quelante quando utilizado nas concentrações ideais, oferecendo segurança

em não promover desgaste excessivo da dentina peritubular e que apresenta significativa eficácia na remoção da smear layer no terço coronal, médio e apical (RAVNEET et al., 2020). As concentrações a serem utilizadas, tempo de exposição, eficácia quanto à utilização de agitação ou não e associação a outros irrigantes vem sendo discutido para definir um padrão em que se possa ser utilizado com segurança (SANTIAGO et al., 2009).

Foram encontrados resultados divergentes quanto a utilização do ácido cítrico. Diferentes concentrações como 1% (Sousa, Silva, 2005), 10% e não menor que 4%(BRESCHI et al., 2002) e entre 25% e 50 % (TONINI et al., 2020) são citadas e há inconclusão da utilização ou não do NaClO na irrigação após a utilização do ácido cítrico, pois isso causa forte erosão da superfície dentinária do conduto radicular (COSTA, 2019).

Desse modo, este trabalho tem como objetivo descrever a atuação do ácido cítrico em remoção de smear layer em preparos mecânicos de canais radiculares assim como sua eficácia ou não como agente quelante.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos gerais**

Expor através de uma revisão bibliográfica descritiva o desempenho do Ácido Cítrico utilizado como irrigante final no preparo químico mecânico do sistema de canais radiculares.

### **2.2 Objetivos específicos**

Avaliar e descrever os resultados encontrados na literatura quanto a eficácia do Ácido Cítrico na remoção de smear layer no preparo químico mecânico do sistema de canais radiculares com intenção de definir otimização ou não da técnica.

### 3 METODOLOGIA

Foi realizado uma revisão bibliográfica descritiva por meio de uma busca ampla por artigos nos portais de pesquisa Pubmed/MEDLINE, Biblioteca Virtual de Saúde, Scopus e Google Acadêmico. Além disso foi utilizado busca manual na lista de referências de estudos incluídos e buscas por artigos de contextualização. Os descritores utilizados foram: “desinfecção”, “citotoxicidade”, “ácido cítrico” e “canal radicular” em inglês e português, associados com os operadores booleanos “and” e “or”.

Os critérios de inclusão foram artigos que abordassem de forma ampla o assunto ação antimicrobiana do ácido cítrico e seu efeito citotóxico nos tecidos periapicais. Estudos que abordaram diferentes designs de estudo clínico, e série de casos, revisão bibliográfica, e revisão sistemática. Não houve restrição de data de publicação e foram utilizados apenas os estudos em português e inglês. Os critérios de exclusão foram estudos fora da temática proposta, bem como artigos com resultados semelhantes que não traziam novas informações a serem acrescentadas nesta revisão narrativa.

Inicialmente eram lidos título e resumos, os quais eram excluídos caso não preenchessem os critérios de inclusão. Os estudos elegíveis bem como aqueles que geraram dúvida na análise prévia eram analisados na íntegra e então definidos sua inclusão ou não nesta revisão.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 LIMPEZA E DESINFECÇÃO

Costa, 2019 relata que o ácido cítrico não possui capacidade em eliminar biofilme, por isso existe a necessidade de utilizar outro irrigante, como o NaClO para exercer essa função. No que diz respeito ao efeito antimicrobiano do ácido cítrico, segundo Heggendorn et al, 2015, o NaClO apresenta poder maior quando comparado ao ácido cítrico.

Em estudo onde foram comparados os efeitos da desmineralização da dentina radicular entre EDTA, (ácido Bis(2- aminoetil) etilenoglicol-tetraacético), (ácido Trans-1,2- diaminociclohexano-tetraacético) e ácido cítrico nos dizem que o ácido cítrico 1% (pH 1,0) se mostrou eficiente e uma alternativa considerável para ser utilizado como solução irrigadora para remoção da smear layer e microorganismos anaeróbios e preconizam a combinação com NaClO, pois o ácido cítrico sozinho não é capaz de dissolver tecido pulpar orgânico e pré-dentina e nem desmineralizar porções orgânicas calcificadas da parede do canal radicular (Souza, Silva, 2005).

Ao testarem a eficácia antimicrobiana de variadas concentrações do ácido cítrico (1%, 6% e 10%) em *E. faecalise* e *C. albicans*, que são bactérias e fungos encontrados na infecção endodôntica persistente, foi constatado a ineficácia antimicrobiana do ácido cítrico sobre a *C. albicans* e quando o ácido cítrico foi utilizado na concentração de 10% por mais de 60 segundos este se mostrou eficaz para esterilização do *E. faecalise*. Os autores relatam que quando o ácido cítrico é adicionado em concentração igual a 2% de clorexidina esta união promove a remoção efetiva da smear layer da parede do canal radicular quando comparado ao uso do EDTA 17% (DEWI et al., 2020).

### 4.2 CITOTOXICIDADE

O irrigante ácido cítrico trata-se de um composto orgânico fraco, possui rápida interação a íons de cálcio e apresenta baixa citotoxicidade (MIRANDA et al., 2017). Em SCELZA et al., 2001 foram comparados os efeitos citotóxicos do ácido cítrico 10% e do EDTA 1% utilizando células fibroblásticas em um ensaio de curto período de tempo e como resultado foi comprovado que o ácido cítrico 10% foi mais

biocompatível que o EDTA 1%, permitindo um maior poder de reconstrução, já o EDTA 1% promoveu morte celular e redução significativa de seu crescimento.

Segundo (RAJESH, SONALI E MUKESH, 2014), estudos in vitro comprovaram que o ácido cítrico a 10% possui menor citotoxicidade que o EDTA 10%, logo assim, sendo mais biocompatível. O ácido cítrico é um ácido orgânico fraco e que possui baixa toxicidade, além de apresentar baixa difusão aos túbulos dentinários, possui alto peso molecular e facilidade em combinar e unir à estrutura dentinária (Zytkievitz e Deizza, 1983).

Os efeitos citotóxicos do ácido cítrico dependem da concentração em que é utilizado. Conforme dados da pesquisa realizada pelo mesmo, quando utilizado em concentrações de 0,1%, 0,25% e 0,5% inibiu respectivamente 20%, 74% e 98% da viabilidade celular quando comparado ao grupo controle. Os autores recomendam a utilização do ácido cítrico em concentrações mais baixas e uso de selante de hidróxido de cálcio para minimizar o possível efeito residual do ácido (Junior et al., 2003).

Ao comparar o ácido cítrico a 10% com ácido glicólico 5% e EDTA 17% durante um período de exposição de 5 minutos em contato com a dentina, o ácido cítrico 10% e o ácido glicólico 5% conseguiram reduzir de forma significativa a microdureza da dentina do que o EDTA 17% (Oh et al., 2016).

Para (COSTA, 2019) o ácido cítrico é mais biocompatível que o EDTA e que ambos possuem resultados semelhantes quando comparados mas sugere que após a utilização de qualquer das duas substâncias quelantes não é indicada a irrigação com NaClO por existir forte erosão da superfície dentinária do conduto radicular.

### **4.3 ÁCIDO ETILENODIAMINO TETRA-ACÉTICO (EDTA)**

O EDTA (ácido etilenodiaminotetraacético) é o agente quelante mais utilizado em tratamentos endodônticos. Por possuir baixa solubilidade aquosa, (PS = 0,001 mol/litro) isto acaba por atrapalhar uma dissolução iônica satisfatória, reduzindo seu poder quelante, porém ao ser convertido em sal dissódico, etilenodiaminotetrácetico dissódico, fará com que sua solubilidade aumente (PS = 0,4 mol/litro) fazendo com que seu poder quelante aumente em meio aquoso, causando amolecimento de dentina e tendo propriedades antimicrobianas com irritação razoável (HEGGENDORN et al., 2015).

Suas propriedades químicas fazem com que a smear layer, que é criada ao realizar a instrumentação do canal radicular, seja quelada e possa ser removida, promovendo uma melhor penetração do NaClO para promover a desinfecção dos túbulos dentinários (LI et al., 2020).

Estudos relatam que seu uso a 10% - 17% combinado com o hipoclorito de sódio a 2,5% - 5% é eficaz na remoção de detritos orgânicos e inorgânicos (KURUVILLA et al., 2015). Já o fato de agitar ou não a solução dentro do canal radicular acaba por não interferir em seu resultado final (GUO et al., 2014) (MARQUES et al., 2008).

(GESTEIRA et al., 2003) relatam em seu estudo que foram obtidos melhores resultados quando utilizado o EDTA nas concentrações de 10% e 17%, com melhor desobstrução dos túbulos dentinários nos terços cervical e médio, ficando o terço apical menos limpos que estes, provavelmente devido ao “efeito pilão” que ocorre durante a instrumentação do canal radicular, independentemente da concentração do EDTA. Não é recomendável utilizar concentrações maiores que 10% e 17% devido a toxicidade.

Para (NUNES et al., 2009), a remoção efetiva da smear layer deve-se aplicar o EDTA e deixar o mesmo agir por no mínimo 5 minutos, já (SANTIAGO et al., 2009) diz que entre o tempos de 3, 10 e 15 minutos em que o agente quelante foi deixado agir, não houve variação nos níveis de cálcio que ficaram depositados na matriz dentinária.

#### **4.4 ÁCIDO CÍTRICO (CA)**

O ácido cítrico é um ácido fraco, utilizado como irrigante para promover a remoção da smear layer do canal radicular e possui fortes propriedades quelantes (DEWI A, 2020) e estudos demonstram que o ácido cítrico possui alta eficácia em matar cepas bacterianas isoladas de dentina radicular infectada (YAMAGUCHI et al., 1996)

Citando (TONINI et al., 2020), “a capacidade do ácido cítrico de descalcificar os tecidos duros dentários é devido à quelação de íons  $\text{Ca}^{2+}$  em um ambiente de pH levemente ácido. Soluções de ácido cítrico também têm sido empregadas como

irrigantes endodônticos com concentração entre 25% e 50%. No entanto, estudos recentes demonstraram que soluções de ácido cítrico com menor concentração (<10%) podem oferecer resultados comparáveis aos obtidos com EDTA em 17%.”

O ácido cítrico a 10% quando utilizado por 15 a 30 segundos obteve resultado satisfatório, porém este é capaz de promover destruição da dentina peritubular. Quando usado em concentração menor, 4%, não foi capaz de remover a smear layer (BRESCHI et al., 2002).

O ácido cítrico quando a 1% (pH1,0) pareceu ser uma boa alternativa como solução quelante, removendo a smear layer e tornando o procedimento mais fácil, além de ser mais barato, agir com maior eficácia sobre micro-organismos anaeróbios e ser mais biocompatível que o EDTA (SOUSA et al., 2005).

Dados mostraram que o ácido cítrico 1% com pH 1,0 mesmo sendo em menor concentração, obteve melhor eficácia na remoção do cálcio presente na dentina radicular e obteve melhores resultados quando comparado a outros agentes quelantes como EDTA, (ácido Bis(2- aminoetil) etilenoglicol-tetraacético), e (ácido Trans-1,2- diaminociclohexano- tetraacético) e esta eficácia do ácido cítrico seja possivelmente pela interação entre a diminuição do pH e aumento da viscosidade da solução, devido ao aumento da concentração do constituinte (SOUSA et al., 2005).

O ácido cítrico a 10% começa a fazer efeito após 5 segundos de sua aplicação e aos 30 segundos alcança total desobstrução dos túbulos dentinários, sendo a solução quelante mais indicada para ser utilizada na terapia endodôntica por além de remover a smear layer com eficácia, também houve maior preservação da microdureza dentinária (SANTIAGO et al., 2009)

Após a utilização do ácido cítrico pôde-se observar a presença de cristais de cálcio, resultante de sua combinação com íons de cálcio da dentina. Ao utilizar o hipoclorito de sódio ou água destilada, 10ml a 20ml obteve-se sucesso na remoção destes cristais (MARTINELLI et al., 2012).

## 5 DISCUSSÃO

Estudos sobre o ácido cítrico são realizados visando buscar uma solução que para a eficácia em remover os restos dentinários provenientes da desinfecção e modelagem do canal radicular, buscando um selamento eficaz do material obturador e garantindo sucesso endodôntico (HEGGENDORN et al., 2015). Sabe-se que o NaOCl é o irrigante mais utilizado atualmente na endodontia devido às propriedades antimicrobianas e capacidade de dissolução tecidual, mas este não possui capacidade de remover a smear layer antes de ser realizada a obturação do canal e por isso se faz necessário um agente quelante que realize esta remoção (ESTEVES et al., 2013).

O ácido cítrico possui capacidade de remover íons de cálcio, mesmo em concentrações menores, e sua eficácia possivelmente ocorre seja devido a interação entre a diminuição do pH e aumento da viscosidade da solução, devido ao aumento da concentração do volume (SOUSA 2005, TONINI et al., 2020). Comparando estudos como o de (BRESCHI et al., 2002), onde é relatado sua utilização na concentração de 10% devendo ser utilizado entre 15 e 30 segundos, SOUSA et al., 2005 que cita sua utilização em concentração de 1% e SANTIAGO et al., 2009 que defende o uso na concentração de 10% e que sua permanência dentro do canal radicular deve ser entre 5 segundos e no máximo 30 segundos, são observado diferentes afirmações quanto a concentração a ser utilizada e divergência em relação ao tempo de ação.

Na literatura são encontrados diferentes relatos quanto a sua biocompatibilidade, e toxicidade. Em estudo DEWI et al., 2020 diz que o ácido cítrico quando utilizado em concentração de 10% mostrou menor toxicidade que de outros agentes quelantes, como o EDTA, por ser um ácido biológico e orgânico e assim causando menor irritação tecidual quando comparado a outros agentes removedores da smear layer, como o EDTA (DEWI et al., 2020), (VINEET et al., 2014). (JÚNIOR et al., 2003) defendem seu uso em concentrações mais baixas e dizem ser necessário realizar selamento no ápice do canal radicular utilizando hidróxido de cálcio a fim de evitar possível efeito residual do ácido.

COSTA et al., 2019 descreveram que o ácido cítrico com a característica de remoção da smear layer na irrigação final do canal radicular, mas afirmando que este não possui capacidade de eliminar o biofilme e por isso não é indicado para substituição de irrigantes como o NaClO e clorexidina. Para (SOUZA et al., 2005) a utilização do ácido cítrico 1% em combinação com o NaClO pode ser considerada uma alternativa considerável como solução irrigadora e que a união destes dois compostos é eficaz na dissolução de material pulpar orgânico e pré-dentina.

Segundo (MAFRA et al., 2017), o ácido etilenodiaminotetraacético ou EDTA é o agente quelante mais utilizado em tratamentos endodônticos sendo inserido à endodontia no final dos anos 50 e que além do seu objetivo principal também promove atividade antimicrobiana. (HEGGENDORN et al., 2015) relata que este possui baixa solubilidade aquosa, o que poderia diminuir seu poder de remoção da smear layer mas sua conversão em sal dissódico aumenta sua solubilidade causando um efetivo amolecimento de dentina e segundo (LI et al., 2020) assim proporcionando maior penetração de NaClO favorecendo sua desinfecção.

Em estudos, (GUO et al., 2014) e (MARQUES et al., 2008) afirmam não existir necessidade de se promover a agitação do EDTA enquanto a solução está dentro do canal radicular, pois a mesma não interfere em seu resultado final. Autores como (KURUVILLA et al., 2015) e (LI et al., 2020) defendem realizar irrigação posterior à sua utilização utilizando NaClO, para haver a remoção de detritos orgânicos e inorgânicos que possam restar. Quanto a concentração a ser utilizada, há consenso entre (KURUVILLA et al., 2015), (GESTEIRA et al., 2003), (HEGGENDORN et al., 2015), (GUO et al., 2014) e (MARQUES et al., 2008) citando esta entre 10% e 17 % e que não devem ultrapassar 17% devido a sua toxicidade.

Há divergência quanto ao uso de um irrigante final, como o NaClO, após ser realizado a remoção da smear layer, pois (KURUVILLA et al., 2015) e (LI et al., 2020) dizem que esta é necessária e já (COSTA 2019) diz que ao realizar este enxágue final a superfície dentinária, que já se encontra fragilizada, pode sofrer processo de erosão.

## **6 CONCLUSÃO**

Não há consenso definido entre os autores quanto ação antimicrobiana e efeito citotóxico do ácido cítrico como irrigante final do canal radicular, sendo expressamente necessário mais estudos para definir respostas.

## 7 REFERÊNCIAS

- BAUMGARTNER, J.C, MADER, CL. **A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens.** J. Endod. 1987; 13:147-157.
- BRESCHI L, GOBBI P, MAZZOTTI G, FALCONI M, ELLIS TH, SATNGEL I. **High Resolution SEM Evaluation of Dentin Etched With Maleic and Citric acid.** Dental Materials 2002, 18: 26-35
- COSTA, HUGO ANDRÉ CORREIA DA. **Irrigantes usados em Endodontia e suas aplicações revisão narrativa.** Repositório institucional da Universidade Fernando Pessoa, p 23-24, 2019.
- DEWI A, UPARA C, CHAIARIYAKUL D, LOUWAKUL P. **Smear Layer Removal from Root Canal Dentine and Antimicrobial Effect of Citric Acid-modified Chlorhexidine.** Eur Endod J 2020; 3: 257-63.
- DI LENARDA R, CADENARO M, SBAIZERO O. **Effectiveness of 1 mol L-1 citric acid and 15% EDTA irrigation on smear layer removal.** Int Endod J. 2000; 33:46–52
- DOTTO, S.R.; TRAVASSOS, R.M.C.; SANTOS, R.; DOS SANTOS, K.S.A.; MEIO, W.R.A. **Tratamento endodôntico em dente permanente com necrose pulpar e ápice incompleto – Relato de caso.** Revista de Endodontia Pesquisa e Ensino On Line. 2006; Ano 2, n.3, Janeiro/Junho.
- ESTEVEZ, D. L.; FROES, J. A. **Soluções irrigadoras em Endodontia.** Arquivo Brasileiro de Odontologia. 2013; V.9, n.2, p 48-53.
- ESTRELA C, PÉCORA JD, ESTRELA CR, GUEDES OA, SILVA BS, SOARES CJ, et al. **Common operative procedural errors and clinical factors associated with root canal treatment.** Braz Dent J. 2017; 28:179–90.
- ESTRELA, CARLOS ET AL. **Characterization of Successful Root Canal Treatment.** Brazilian Dental Journal. 2014; v. 25, n. 1, p. 3-11.
- FATIMA K, NAIR R, KHASNIS S, VALLABHANENI S, PATIL JD. **Efficacy of rotary and reciprocating single-file systems on different access outlines for gutta-percha removal in retreatment: An in vitro study.** J Conserv Dent. 2018; 21, 354-358.
- FRUCHI L DE C, ORDINOLA-ZAPATA R, CAVENAGO BC, HUNGARO DUARTE MA, BUENO CE, DE MARTIN AS. **Efficacy of reciprocating instruments for removing filling material in curved canals obturated with a single-cone technique: a micro-computed tomographic analysis.** J Endod. 2014; 40, 1000-4.

GEORGE S, KISHEN A, SONG KP. **The role of environmental changes on monospecies biofilm formation on root canal wall by *Enterococcus faecalis***. J Endod. 2005; 31:867–72.

GESTEIRA MFM, SILVA SJA, ARAÚJO RPC, LENZI H, ROCHA MCBS. **Ação do EDTA sobre a camada residual nos terços cervical, médio e apical do canal radicular**. R. Ci. méd. biol., Salvador, v. 2, n. 2, p. 208-218, jul./dez. 2003.

GHISI AC, KOPPER PM, BALDASSO FE, STURMER CP, ROSSI-FEDELE G, STEIER L, ET AL. **Effect of superoxidized water and sodium hypochlorite, associated or not with EDTA, on organic and inorganic components of bovine root dentin**. J Endod. 2015; 41(6):925-30.

GIARDINO, L. ET AL. **Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic**. Journal of Endodontics. 2006; 32 (11), pp. 1091-1093.

GÖTZE GR, CUNHA CBCS, PRIMO LSSG, MAIA LC. **Effect of the sodium hypochlorite and citric acid association on smear layer removal of primary molars**. Braz Oral Res. 2005; 19(4):261-6.

GUO X, MIAO H, LI L, ZHANG S, ZHOU D, LU Y, WU L. **Efficacy of four different irrigation techniques combined with 60°C 3% sodium hypochlorite and 17% EDTA in smear layer removal**. BMC Oral Health 2014, 14:114.

HAAPASALO M, ØRSTAVIK D. **In vitro infection and disinfection of dentinal tubules**. J Dent Res. 1987; 66:1375–9.

HAAPASALO M, SHEN Y, QIAN W, GAO Y. **Irrigation in endodontics**. Dental clinics of North America. 2010; 54(2):291-312.

HAMMAD M, QUALTROUGH A, SILIKAS N. **Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials**. J Endod. 2008; 34, 1370-1373.

HASHEMINIA SM, BIRANG R, FEIZIANFARD M, NASOURI M. **A Comparative Study of the Removal of Smear Layer by Two Endodontic Irrigants and Nd: YAG Laser: A Scanning Electron Microscopic Study**. ISRN Dent. 2012; 2012:620951.

HEGGENDORN FL, GONÇALVES LS, LUTTERBACH MTS. **Compreensão química no uso de quelantes na remoção da smear layer: revisão de literatura**. Rev.Saúde.Com 2015; 11(1): 78-87

HERRERA DR, SANTOS ZT, TAY LY, SILVA EJ, LOGUERCIO AD, GOMES BP. **Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid**. Microsc Res Tech. 2013; 76(4):364–9.

- JÚNIOR RT, SILVA FB, ALMEIDA JM, SOUSA SMG. **Biocompatibility of citric acid in different concentrations – edemogenic test.** Salusvita, Bauru, v. 22, n. 2, p. 181-190, 2003.
- KAMBLE AB, ABRAHAM S, KAKDE DD, SHASHIDHAR C, MEHTA DL. **Scanning Electron Microscopic Evaluation of Efficacy of 17% Ethylenediaminetetraacetic Acid and Chitosan for Smear Layer Removal with Ultrasonics: An In vitro Study.** Contemp Clin Dent. 2017; 8:621–6.
- KAUSHAL R, BANSAL R, MALHAN S. **A comparative evaluation of smear layer removal by using ethylenediamine tetraacetic acid, citric acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study.** J Conserv Dent. 2020; 23(1):71-78.
- KHEDMAT S, SHOKOUHINEJAD N. **Comparison of the efficacy of three chelating agents insmear layer removal.** J Endod. 2008; 34:599–602.
- KOKKAS AB, BOUTSIUKIS ACH, VASSILIADIS LP, ET AL. **The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: An in vitro study.** J Endod. 2004; 30:100–102.
- KUCI, A., ALACAM, T., YAVAS, O., ERGUL-ULGER, Z., & KAYAOGU, G. **Sealer penetration into dentinal tubules in the presence or absence of smear layer: A confocal laser scanning microscopic study.** Journal of Endodontics. 2014; 40, 1627–1631.
- KURUVILLA A, JAGANATH BM, KRISHNEGOWDA SC, RAMACHANDRA PKM, JOHNS DA, ABRAHAM A. **A comparative evaluation of smear layer removal by using edta, etidronic acid, and maleic acid as root canal irrigants: An in vitro scanning electron microscopic study.** Journal of Conservative Dentistry 2015, Vol 18, Issue 3.
- LI Q, ZHANG Q, ZOU X, YUE L. **Evaluation of four final irrigation protocols for cleaning root canal walls.** International Journal of Oral Science 2020 12:29.
- MACHADO-SILVEIRO LF, GONZÁLEZ-LÓPEZ S, GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ MP. **Decalcification of root canal dentine by citric acid. EDTA and sodium citrate.** Int Endod J. 2004; 37(6):365–9.
- MAFRA RFO, ET AL. **A eficácia da solução de EDTA na remoção de smear layer e sua relação com o tempo de uso: uma revisão integrativa.** Passo Fundo. 2017; (22), 1: p. 120-129
- MALHEIROS CF, MARQUES MM, GAVINI G. **In vitro evaluation of the cytotoxic effects of acid solutions used as canal irrigants.** J Endod. 2005; 31(10):746–8.

- MARQUES AAF, GARCIA LFR, FROTA MF, SIMÕES RA, CONSANI S. **Avaliação ultraestrutural da remoção da smear layer em canais radiculares utilizando edta 17% com ou sem agitação.** Rev Clín Pesq Odontol. 2008 maio/ago;4(2):71-75.
- MCCOMB, D., AND SMITH, D.C. **A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures.** J. Endod. 1975; 1:238-242.
- MIRANDA, J. S.; MARQUES, E. A.; LANDA, F. V. **Efeito de três protocolos de irrigação final na remoção da smear layer do terço médio de dentes endodonticamente tratados: uma análise qualitativa.** Dent Press Endod. 2017; jan./abr.
- MOLLO A, BOTTI G, PRINICIPI GOLDONI N, RANDELLINI E, PARAGLIOLA R, CHAZINE M, OUNSI HF, GRANDINI S. **Efficacy of two Ni-Ti systems and hand files for removing gutta-percha from root canals.** Int Endod J. 2012; 45(1):1-6.
- MOREIRA DM, ALMEIDA JF, FERRAZ CC, GOMES BP, LINE SR, ZAIA AA. **Structural analysis of bovine root dentin after use different endodontics auxiliary chemical substances.** J Endod 2009; 35(7):1023-7.
- MUSTAFA NS, KASHMOOLA MA, MAJEED KRA, QADER OAJA. **Assessment of the success rate of endodontically treated patients attending outpatient polyclinic.** Eur J Dent. 2018; 12(4):540-545.
- NEELAKANTAN P, ROMERO M, VERA J, DAOOD U, KHAN AU, YAN A, et al. **Biofilms in endodontics - current status and future directions.** Int J Mol Sci. 2017; 18(8):E1748.
- NUNES SANTIAGO, CRISTINA; COELHO GOMES CAMÕES, IZABEL; MARQUES LEMOS, JOSÉ HENRIQUE; FERREIRA FREITAS, LÍLIAN; GOMES, CYNTHIA CRISTINA; SAMBATI, SOLANGE. **Ação do EDTA e do Ácido Cítrico Sobre a Dentina Radicular.** Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada, vol. 9, núm. 3, septiembre-diciembre, 2009, pp. 355-359.
- OH S, PERINPANAYAGAM H, LEE Y, KUM J, YOO Y, LIM S, CHANG SW, SHON W, LEE W, BAEK S, KUM K. **Effect of acidic solutions on the microhardness of dentin and set OrthoMTA and their cytotoxicity on murine macrophage.** Restorative Dentistry e Endodontics. 2015 p. 12 – 21.
- ØRSTAVIK D, HAAPASALO M. **Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules.** Endod Dent Traumatol. 1990; 6:142–9.
- PAGHDIWALA, A.F. **Root resection of endodontically treated teeth by erbium:YAG laser radiation.** J. Endod. 1993; 19:91-94.

- PAIVA JG, ANTONIAZZI JH. **Fases do Preparo do Canal Radicular**. In: Paiva JG, Antoniazzi JH. *Endodontia: Bases para a Prática Clínica*. Artes Médicas; 1991. p. 588-629.
- PASCON FM, KANTOVITZ KR, SACRAMENTO PA, NOBRE-DOS-SANTOS M, PUPPINRONTANI RM. **Effect of sodium hypochlorite on dentine mechanical properties**. A review. *J Dent*. 2009; 37(12):903-8.
- PEREZ-HEREDIA M, FERRER-LUQUE CM, GONZALEZ-RODRIGUEZ MP, MARTINPEINADO FJ, GONZALEZ-LOPEZ S. **Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine**. *Int Endod J*. 2008; 41(5):418-23.
- PRADO M, SANTOS JÚNIOR HM, REZENDE CM, PINTO AC, FARIA RB, SIMÃO RA, GOMES BP. **Interactions between irrigants commonly used in endodontic practice: a chemical analysis**. *J Endod*. 2013;39(4):505-10
- PRADO, M., GUSMAN, H., GOMES, B. P. F. A., & SIMÃO, R. A. **Scanning Electron Microscopic Investigation of the Effectiveness of Phosphoric Acid in Smear Layer Removal When Compared with EDTA and Citric Acid**. *Journal of Endodontics*. 2011; 37(2), 255–258.
- QIAN W, SHEN Y, HAAPASALO M. **Quantitative analysis of the effect of irrigant 51 solution sequences on dentin erosion**. *J Endod*. 2011; 37(10):1437-41.
- RECHENBERG DK, PAQUÉ F. **Impact of cross-sectional root canal shape on filed canal volume and remaining root filling material after retreatment**. *Int Endod J*. 2013; 46(6):547-55.
- RICUCCI D, SIQUEIRA JF JR, BATE AL, PITT FORD TR. **Histologic investigation of root canal treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients**. *J Endod*. 2009; 35(4):493-502.
- ROSSI-FEDELE G, DOĞRAMACI EJ, GUASTALLI AR, STEIER L, DE FIGUEIREDO JA. **Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid**. *J Endod*. 2012; 38(4):426-31.
- RUDDLE CJ. **Hydrodynamic disinfection: Tsunami endodontics**. *Dent Today*. 2007; 26:110–117.
- SAHNI A, CHANDAK MG. **Herbal usage in root canal irrigation: A review**. *Int J Dent Health Sci*. 2015; 2(1):76-82.
- SCEIZA MF, DANIEL RL, SANTOS EM, JAEGER MM. **Cytotoxic effects of % citric acid and EDTA-T used as root canal irrigants: na in vitro analysis**. *J Endod*. 2001; 27 (12):741-3

- SCELZA MF, DANIEL RL, SANTOS EM. **Cytotoxic effects of 10% citric acid and EDTA-T used as root canal irrigants: an in vitro analysis.** J Endod. 200; 27(12): 741-3. ZITKIEWITZ, E., PIAZZA, E. Cimento de ionômero de vidro. RGO, v.36, p.464-8, 1988.
- SCELZA MF, TEIXEIRA AM, SCELZA P. **Decalcifying effect of EDTA-T, 10% citric acid, and 17% EDTA on root canal dentin.** Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2003; 95(2):234-6
- SHAHRAVAN A, HAGHDOOST AA, ADL A, ET AL. **Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis.** J Endod. 2007; 33:96–105.
- SHEHADAT SA. **Smear layer in endodontics: Role and management.** J Clin Dent Oral Health. 2017; 1:1–2.
- SILVA EJ, ORLOWSKY NB, HERRERA DR, MACHADO R, KREBS RL, COUTINHO-FILHO T DE S. **Effectiveness of rotatory and reciprocating movements in root canal filling material removal.** Braz Oral Res. 2015; 29, 1–6.
- SIQUEIRA JF JR, RÔÇAS IN, RICUCCI D, HÜLSMANN M. **Causes and management of post-treatment apical periodontitis.** Br Dent J. 2014; 216(6):305-312.
- SIQUEIRA JF. **Treating failures: retreatment and periradicular surgery.** In: Siqueira JF. **Treatment of endodontic infections.** London: Quintessence Publishing. 2011; p.341-360.
- SOUSA SM, BRAMANTE CM, TAGA EM. **Biocompatibility of EDTA. EGTA and citric acid.** Braz Dent J. 2005; 16(1):3–8.
- SOUZA SMG, SILVA TL. **Demineralization effect of EDTA, EGTA, CDTA and citric acid on root dentin: a comparative study.** Braz Oral Res 2005, 19(3):188-92.
- SOUZA EM, CALIXTO AM, LIMA CN, ET AL. **Similar influence of stabilized alkaline and neutral sodium hypochlorite solutions on the fracture resistance of root canal-treated bovine teeth.** J Endod. 2014; 40(10):1600.
- TONINI R, GIOVARRUSCIO M, GORNI F, IONESCU A, BRAMBILLA E, MIKHAILOVNA IM, LUZI A, PIRES PM, SAURO S. **In Vitro Evaluation of Antibacterial Properties and Smear Layer Removal/Sealer Penetration of a Novel Silver-Citrate Root Canal Irrigant.** Materials 2020, 13, 194; doi:10.3390/ma13010194.
- TURK T, KAVAL ME, SEM BH. **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 2015, 15:104.

- VEITZ-KEENAN A. **The chemical combination of some irrigant solutions and gels with chelating agents during endodontic treatment may alter the success of the therapy.** J Evid Based Dent Pract. 2013; 13(1):11-3.
- VINEET SA, RAJESH M, SONALI K, MUKESH P. **A Contemporary Overview of Endodontic Irrigants – A Review.** J Dent App. 2014;1(6): 105-115.
- VIOLICH, D. R., & CHANDLER, N. P. **The smear layer in endodontics - A review.** International Endodontic Journal. 2010; 43, 2–15.
- VIRDEE SS, THOMAS MBM. **A practitioner's guide to gutta-percha removal during endodontic retreatment.** British Dental Journal. 2017; 222, 251–257.
- VIVACQUA-GOMES N, FERRAZ CCR, GOMES BPFA, et al. **Influência de irrigantes no microinfiltração coronal de obturação radicular de gutta-percha condensada lateralmente.** Int Endod J. 2002; 35: 791–5
- WANG Y, GUO LY, FANG HZ, ZOU WL, YANG YM, GAO Y, et al. **An in vitro study on the efficacy of removing calcium hydroxide from curved root canal systems in root canal therapy.** Int J Oral Sci. 2017; 9(2):110–6
- WESSELINK P (1990) **Conventional root-canal therapy III: root filling.** In: Harty FJ, ed. Endodontics in Clinical Practice. 1990; 3rd edn; pp 186-223.
- WU L., MU Y., DENG X., ZHANG S., ZHOU D. **Comparison of the effect of four decalcifying agents combined with 60°C 3% sodium hypochlorite on smear layer removal.** J Endod. 2012; 38:381-4.
- YAMAGUCHI M, YOSHIDA K, SUZUKI R, NAKAMURA H. **Irrigação do canal radicular com solução de ácido cítrico.** J End 1996; 22(1):27-9.
- ZEID STA, BASTAWY HA, SALEH AAM. **Natural extracts as biological smear layer removing agents: A literature review.** J Int Soc Prevent Communit Dent 2021;11:589-600.
- ZHU X, YIN X, CHANG JWW, WANG Y, CHEUNG GSP, ZHANG C. **Comparison of the Antibacterial Effect and Smear Layer Removal Using Photon-Initiated Photoacoustic Streaming Aided Irrigation Versus a Conventional Irrigation in Single-Rooted Canals: An In Vitro Study.** Photomedicine and Laser Surgery Volume 31, Number 8, 2013 Pp. 371–377 DOI: 10.1089/pho.2013.3515.