

# **Remoção de hidróxido de cálcio por ação de irrigantes quelantes.**

**Jaime del Álamo García**

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

**Gandra, 28 de setembro de 2021**



**CESPU**

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

**Jaime del Álamo García**

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

**Remoção de hidróxido de cálcio por ação de irrigantes quelantes.**

**Trabalho realizado sob a Orientação de Dr.<sup>a</sup> Sónia Ferreira**

## **Declaração de Integridade**

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.



## **Agradecimentos**

Aos meus pais, sem eles nada disto faria sentido nenhum, só eles sabem o esforço que fiz para chegar até aqui. Só umas pessoas tão maravilhosas poder-me-iam dar durante tantos anos o carinho, apoio, paciência e compreensão como fizeram.

Ao meu irmão, por ser o melhor exemplo a seguir, ser o melhor irmão e estar sempre a apoiar-me.

À minha orientadora, a professora Sónia, que foi muito paciente comigo e ajudou-me a detalhar mais este trabalho, sendo indispensável para o sucesso do mesmo.

A Portugal pela quantidade de pessoas, lugares e momentos que terão sempre um lugar no meu coração, é agora o quanto realmente compreendo o significado de Saudade.

Aos meus colegas de Espanha Iñaki, Alejandro, Jaime, Tania e Andres por apoiarem-me em todos os momentos durante muitos anos.

Aos meus colegas Alex, Maira e Zoso por formar a melhor equipa do mundo.

Aos meus colegas Carlos e José Carlos por serem dois apoios tão grandes este último ano.



## **Resumo**

O principal objetivo da terapia endodôntica é a eliminação dos microrganismos do sistema de canais radiculares e a prevenção da sua subsequente reinfecção. Embora a limpeza e a desinfecção reduzam eficazmente os microrganismos nos dentes infectados, nem sempre são suficientes para obter uma antissepsia completa. O hidróxido de cálcio pelas suas propriedades é um dos medicamentos intracanalares mais utilizados na prática clínica, no entanto, é importante que seja totalmente removido antes da obturação para se obter um melhor prognóstico no tratamento endodôntico. Uma pesquisa eletrónica foi realizada na base de dados PubMed, utilizando combinações das palavras-chave e abrangendo artigos entre 2011 e 2021 de idioma inglês. Dos 15 artigos selecionados, no qual se avalia a capacidade dos quelantes na remoção do hidróxido de cálcio, 14 são artigos sob estudos *in vitro* em dentes humanos previamente extraídos e o restante 1, é um estudo *in vitro* em dentes simulados. A associação de agentes quelantes à solução irrigante comumente utilizada na desinfecção canal, melhora a remoção do hidróxido de cálcio, não conseguindo, no entanto, a sua remoção total. A mesma também pode ser melhorada com a aplicação de métodos de agitação sobre a solução.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Hidróxido de cálcio, remoção, quelantes, irrigação, endodôntico.





## **Abstract**

The main objective of endodontic therapy is the elimination of microorganisms from the root canal system and the prevention of their subsequent reinfection. While cleaning and disinfecting effectively reduce microorganisms on infected teeth, they are not always sufficient to achieve complete antisepsis. Due to its properties, calcium hydroxide is one of the most used intracanal drugs in clinical practice, however, it is important that it be completely removed before filling to obtain a better prognosis in endodontic treatment. An electronic search was carried out in the PubMed database, using keyword combinations, and covering articles between 2011 and 2021 in the English language. Of the 15 selected articles, in which the capacity of chelators to remove calcium hydroxide is evaluated, 14 are articles under in vitro studies on previously extracted human teeth and the remaining 1 is an in vitro study on simulated teeth. The association of chelating agents to the irrigating solution commonly used in canal disinfection improves the removal of calcium hydroxide, not achieving, however, its total removal. It can also be improved by applying stirring methods on the solution.

**KEYWORDS**-Calcium hydroxide, remove, chelating, irrigation and endodontic.



## Índice

1. Introdução .....	1
2. Objetivos e hipóteses.....	2
3. Materiais e métodos.....	2
4. Resultados .....	3
5. Discussão.....	13
6. Conclusões .....	18
7. Bibliografia.....	19



**CESPU**  
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO  
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

## Índice de figuras e tabelas

Figura 1. Diagrama sobre a estratégia de busca usada neste trabalho

Tabela 1. Dados relevantes adquiridos para o estudo

### Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

- TENC = Tratamento endodóntico não cirúrgico.
- Ca(OH)<sub>2</sub> = Hidróxido de cálcio.
- PAA = Ácido peracético.
- EA = Ácido etidróico
- AC = Ácido cítrico.
- MA = Ácido maleico.
- SAF = Self-Adjusting File.
- EDTA= Ácido etilendiaminotetracético
- PUI= Irrigação ultrassónica passiva.
- LAI = Irrigantes ativados por laser.
- NAI = Irrigação não ativada.
- MAF = Master File.
- FF = Finish file
- CBCT = Cone beam computed tomography.
- CT= Tomografia computadorizada
- TCFC = Tomografia computadorizada de feixe cónico.
- SEM = Microscopia eletrónica de varrimento.
- CHX = Clorhexidina.



## 1. Introdução

O tratamento endodôntico não cirúrgico (TENC) é um processo químico mecânico através do qual limpamos e desinfetamos o sistema de canais radiculares, no sentido de reduzir o conteúdo bacteriano e obter um meio o mais asséptico possível antes de se proceder à sua obturação <sup>(1)</sup>. É realizado mediante um processo mecânico com recurso à utilização de limas endodônticas, designada por instrumentação mecânica e coadjuvada pela utilização de soluções irrigantes que vão completar a desinfeção do mesmo <sup>(2)</sup>. A literatura refere que mesmo nos canais bem preparados, as paredes do sistema dos canais radiculares ficam por instrumentar, daí a importância da ação química dos irrigantes <sup>(3)</sup>. No entanto apesar deste preparo químico mecânico reduzir eficazmente o número de microorganismos, não é muitas vezes suficiente para remover os mesmos de canais laterais, istmos ou deltas apicais <sup>(4)</sup>. Por isso a utilização de medicamentos intracanales entre sessões, tem sido amplamente utilizada no sentido de ajudar ao decréscimo dos mesmos. Introduzido pela primeira vez em 1920 por Hermann, o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) é o fármaco intracanal mais amplamente utilizado na terapia endodôntica pela sua biocompatibilidade e propriedades antimicrobianas <sup>(5,6)</sup>. Tem uma profunda atividade antimicrobiana, dissolução dos tecidos, degradação de lipopolissacarídeos e inibição da atividade osteoclástica <sup>(7)</sup>. No entanto o hidróxido de cálcio apresenta uma difícil remoção das paredes do sistema de canais radiculares, o que pode interferir com uma boa obturação e pode influenciar no sucesso do tratamento <sup>(4,8)</sup>. Grazziotin et al. <sup>(9)</sup> e Guiotti et al. <sup>(10)</sup> referem nos seus estudos que os resíduos de HC podem reduzir a adesão e penetração do cimento obturador nos túbulos dentinários ou de reagir quimicamente de forma negativa com o mesmo. No sentido de melhorar a sua remoção, foram introduzidos como adjuvantes no tratamento endodôntico, agentes desmineralizantes (quelantes) como o ácido etilendiaminotetracético (EDTA) ou o ácido cítrico (AC) <sup>(5)</sup>. Estes quelantes podem emulsionar, neutralizar e manter os detritos de  $\text{Ca(OH)}_2$  em suspensão permitindo assim a sua melhor remoção através das soluções irrigantes <sup>(11)</sup>.

## **2. Objetivos e hipóteses**

O objetivo deste estudo é de realizar uma revisão da literatura integrativa sobre a eficácia da remoção do hidróxido de cálcio por parte de agentes quelantes comumente utilizados na terapia endodôntica.

Colocou-se a hipótese nula de que os agentes quelantes mais utilizados nos tratamentos endodônticos, não são eficazes na remoção do hidróxido de cálcio.

## **3. Materiais e métodos**

Para a elaboração deste trabalho foi realizada uma pesquisa na base de dados PUBMED (via National Library of Medicine) utilizando combinações das palavras-chave “Calcium hydroxide”, “remove”, “chelating”, “irrigation” and “endodontics “. Foram considerados artigos publicados em língua inglesa no espaço temporal de Janeiro de 2011 a Janeiro de 2021, relatando os efeitos de soluções quelantes e meios de agitação das soluções, na remoção e limpeza do hidróxido de cálcio da superfície do sistema de canais radiculares. Os critérios de inclusão também envolveram: estudos *in vitro*; meta-análises e estudos de coorte. Os critérios de exclusão foram os seguintes: Teses; Dissertações; Revisões sistemáticas, artigos cujo título e/ou abstract não encaixavam no tema e artigos não redigidos em inglês. Também foi realizada uma pesquisa manual das listas de referência nos artigos selecionados. Uma pesquisa avançada foi realizada na base de dados através das diferentes combinações das palavras-chave e os artigos duplicados foram removidos. O título e o resumo dos artigos identificados como relevantes foram submetidos a uma avaliação preliminar para determinar se alcançavam o objetivo do estudo. Sendo assim, os que respeitavam os critérios de inclusão, foram lidos na totalidade e avaliada a sua elegibilidade. A seguinte informação foi extraída de cada artigo e organizada em tabela: Nome dos Autores e Ano de Publicação; Tipo de Artigo; Objetivo; Materiais e Métodos, quelante utilizado, Resultados e Método de avaliação.



## 4. Resultados

A pesquisa bibliográfica identificou um total de 206 artigos no PubMed, dos quais 48 foram excluídos por serem duplicados. Após leitura dos títulos e resumos, 125 foram excluídos por não respeitarem os critérios de inclusão e 33 artigos foram selecionados para análise. Estes artigos foram lidos na íntegra e a sua elegibilidade foi avaliada individualmente, dos quais 10 artigos foram selecionados. Adicionalmente, também foram considerados 5 artigos referenciados nos artigos selecionados. Finalmente, 15 artigos foram incluídos na presente revisão de literatura integrativa. O processo de seleção de artigos está ilustrado no diagrama PRISMA flow. (Figura 1)

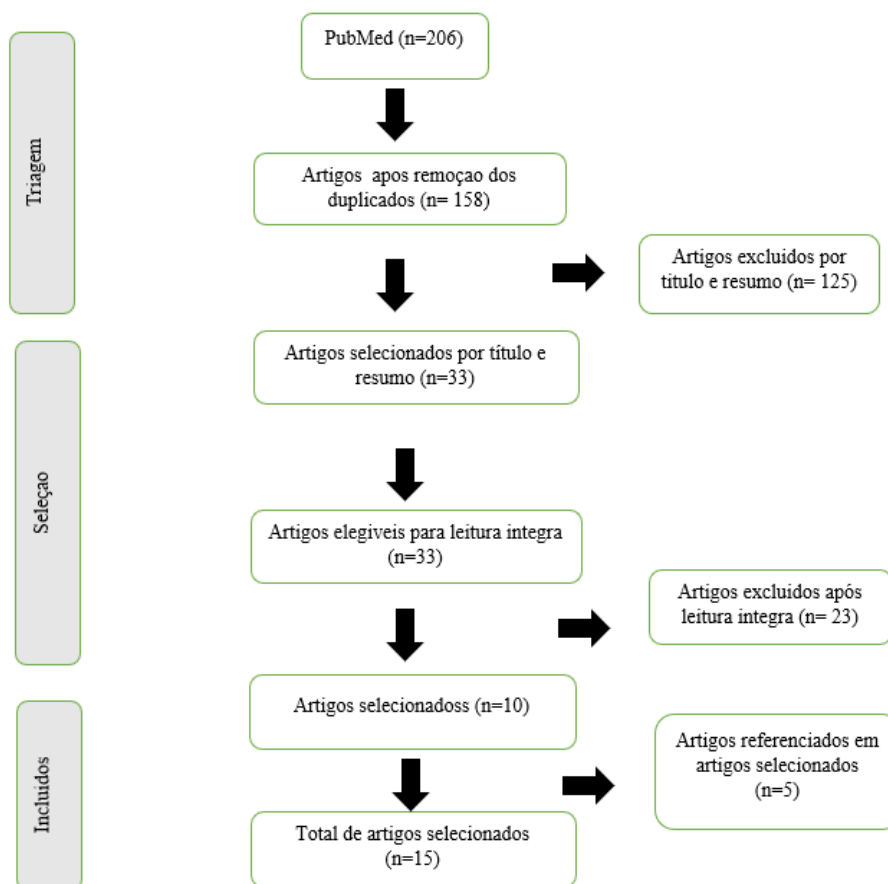


Figure 1 – Prisma flow diagram of the search strategy

Quanto ao período de publicação os anos 2011 e 2017 registaram o maior número de artigos sob o tema em questão com 3 artigos cada (40%)<sup>(12,13,14,15,16,17)</sup>, os anos 2012, 2014 e 2015 com 2 artigos cada (40%)<sup>(5,7,8,18,19,20)</sup> e finalmente os anos 2013, 2016 e 2020 com um artigo cada (20%)<sup>(4,6,21)</sup>. Dos 15 artigos selecionados, 14 (93,3%) são artigos sob estudos *in vitro* nos quais diferentes irrigantes quelantes são usados em dentes humanos previamente extraídos, o restante 1 (6,7%) é um estudo *in vitro* no qual se avaliava a capacidade dos quelantes na remoção do hidróxido de cálcio em dentes simulados. Quanto ao método de avaliação 12 (80%) dos artigos empregaram métodos de avaliação a duas dimensões (2D) microscopia eletrônica, estereomicroscópio ou microscopia confocal laser<sup>(4,6,7,8,12,13,15,17,18,19,20,21)</sup> e os 3 (20%) restantes avaliam os resultados mediante recurso a três dimensões (3D), tomografia computadorizada (CT) ou Cone beam computed tomography (CBCT)<sup>(5,14,16)</sup>. Nos diferentes estudos foram comparadas diferentes combinações de irrigantes quelantes, no sentido de encontrar aquele que mostrasse melhores resultados na remoção do hidróxido de cálcio do sistema de canais radiculares. Além de avaliar a ação dos quelantes também é avaliada a ativação dos mesmos e como tal, 9 (60%)<sup>(4,5,6,14,15,16,18,20,21)</sup> dos estudos avaliam o efeito de sistemas de ativação nestes irrigantes na remoção do Ca(OH)<sub>2</sub>, contra 6 (40%)<sup>(7,8,12,13,17,19)</sup> estudos que não aplicam qualquer tipo de ativação. Os principais resultados dos artigos selecionados são apresentados no Quadro 1 e brevemente descritos como se segue:

#### Relativamente ao EDTA

- Na região apical o EDTA apresenta piores resultados na remoção de Ca(OH)<sub>2</sub> quando comparado com o etanol 70%<sup>(4)</sup>.
- Dependendo da região do dente a analisar os resultados dos quelantes variam, sendo o EDTA o irrigante que apresenta melhores resultados a nível do terço apical na remoção do hidróxido de cálcio<sup>(12)</sup>.
- A associação do vinagre de maçã ao EDTA, melhora o efeito quelante deste último, obtendo melhores resultados na remoção do Ca(OH)<sub>2</sub> do sistema de canais radiculares<sup>(12)</sup>.

- O uso do sistema de irrigação SAF associado ao EDTA e NaOCl tem melhores resultados na remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  do que o NaOCl isoladamente <sup>(18)</sup>.

#### Relativamente ao Ácido Cítrico

- A ação do Ácido Cítrico está dependente do pH do meio, atuando melhor num meio ácido, embora o EDTA consiga trabalhar a Ph neutro <sup>(17)</sup>.
- O Ácido Cítrico 10% consegue remover mais  $\text{Ca(OH)}_2$  do que EDTA 17% e NaOCl 1% <sup>(5,19)</sup>.
- O Ácido Cítrico 10% ativado com ultrassons obteve melhores resultados na remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  em comparação ao não ativado <sup>(5,13)</sup>.

#### Relativamente ao Ácido Peracético

- O PAA quando complementado com NaOCl melhora os seus resultados na remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  <sup>(7)</sup>.
- Quando comparado o ácido peracético (PAA) com o EDTA, o primeiro teve melhores resultados, mostrando-se uma alternativa ao EDTA na remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  <sup>(8)</sup>.

#### Relativamente ao QMix

- O QMix em associação com o NaOCl consegue remover maior quantidade de  $\text{Ca(OH)}_2$  em comparação com o EDTA 17% e PAA 1% <sup>(7)</sup>.
- Quando a irrigação do Qmix é ativada por meio de laser o seu poder de remoção está notavelmente aumentado <sup>(6)</sup>.

#### Relativamente aos métodos de ativação do irrigante

- Quando as soluções irrigantes são ativadas, os resultados na remoção de  $\text{Ca(OH)}_2$  mostram ser melhores, independentemente do quelante utilizado, sendo os métodos FF, SAF e PUI os maiores coadjuvantes na remoção, seguidos do EndoVac <sup>(14, 15, 16, 18)</sup>.

- Foi demonstrada a eficácia da ativação dos irrigantes por meio do laser na remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  <sup>(6,16)</sup>.
- Muitos dos estudos demonstram que é impossível a remoção total do hidróxido do cálcio do interior do sistema de canais radiculares <sup>(6,14,15,16,20)</sup>.

<b>Autor/ Ano</b>	<b>Tipo de artigo</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Materiais e Métodos</b>	<b>Irrigantes quelantes/ Sistemas de irrigação /Método de avaliação</b>	<b>Resultados</b>
<b>Taşdemir T et al . (2011) 15</b>	Estudo in vitro	Comparação da eficácia de várias técnicas para a remoção do hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) dos canais radiculares.	Foram utilizados 24 pré-molares preparados com limas Protaper F3(Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), cortados longitudinalmente e preenchidos com $\text{Ca(OH)}_2$ .	As amostras foram distribuídas por quatro grupos conforme a estratégia de irrigação  Grupo I- NaOCl 2,5% Grupo II- EDTA 17% + NaOCl 2,5% Grupo III- de NaOCl 2,5% + ativação ultrassônica (NSK Varios 750: Nakanishi, Inc., Tochigi, Japão) Grupo IV- NaOCl 2,5% + CanalBrush(600rpm).  Foram tiradas fotografias digitais e importadas para um software analisador de imagens (Comef 4.3; OEG Mess- technik, Frankfurt, Alemanha)	Foi obtido significativamente menos material residual quando a irrigação com NaOCl é coadjuvada por ativação ultrassônica passiva ou pelo CanalBrush. Não houve diferença significativa na remoção do $\text{Ca(OH)}_2$ entre os grupos I e II ( $P > 0,05$ ).

<p><b>Candeiro GT de M et al. (2011)</b> 12</p>	<p>Estudo in vitro</p>	<p>Avaliação por microscopia eletrônica de varredura (SEM) a remoção da camada de smear layer dos terços da raiz média e apical após a utilização de vinagre de maçã comparativamente a outras soluções comumente utilizadas.</p>	<p>Foram utilizados 40 dentes permanentes humanos instrumentados até lima 45 K-File (Dentsply / Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e distribuídos aleatoriamente em 4 grupos (n=10) segundo o irrigante utilizado.</p>	<p>Grupo A- vinagre de maçã Grupo B- Vinagre de maçã/ EDTA 17% Grupo C- NaOCl 1%/ EDTA 17%. Grupo D- solução salina (grupo de controlo) As raízes foram seccionadas longitudinalmente e observadas mediante microscopia eletrônica de varredura (SEM) classificando (1- pobre, 2- boa, 3- excelente)</p>	<p>O terço médio apresentou menor quantidade de camada de smear layer do que o terço apical, independentemente do irrigante. Houve uma diferença estatisticamente significativa (p=0,0402) entre os grupos do terço médio. No terço apical, o grupo do vinagre de maçã/EDTA mostrou a remoção de smear layer (p=0,0373) o que representa melhores resultados na remoção de Ca(OH)<sub>2</sub></p>
<p><b>Da Silva JM et al. (2011)</b> 13</p>	<p>Estudo in vitro</p>	<p>Avaliação da remoção do hidróxido de cálcio utilizando vários produtos e técnicas, tais como quelantes.</p>	<p>Foram utilizados 48 dentes que após a instrumentação com limas K 45 foram preenchidos com Ca(OH)<sub>2</sub> e divididos em 4 grupos.</p>	<p>Grupo I- 5ml NaOCl 2,5%. Grupo II- 5ml EDTA 17% Grupo III-5ml AC 10% Grupo IV-5ml ácido fosfórico 37% Depois analisaram-se as mostras mediante microscopia eletrônica.</p>	<p>Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores dos 3 examinadores para a pontuação do hidróxido de cálcio nos terços coronais, médio e apical de cada grupo.</p>
<p><b>Ballal et al. (2012)</b> 5</p>	<p>Estudo in vitro</p>	<p>Este estudo comparou a eficácia do ácido cítrico 10%, EDTA 17% e ácido maleico 7% associado à agitação ultrassônica na remoção do hidróxido de cálcio do canal radicular.</p>	<p>Foram utilizados 70 dentes anteriores instrumentados com limas ProtaperF3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e foram divididos em dois grupos: A- Ca(OH)<sub>2</sub> + iodofórmio + óleo de silicone) B-(Ca(OH)<sub>2</sub>+propilenoglico)</p>	<p>Cada grupo A e B foi dividido em três subgrupos e em cada um usou-se um irrigante diferente -Ácido Cítrico 10% -EDTA 17% -Ácido Maleico 7% seguido da agitação ultrassônica. Avaliados mediante tomografia computadorizada (CT).</p>	<p>Todos os medicamentos foram completamente removidos sem qualquer diferença entre eles. A remoção de Ca(OH)<sub>2</sub> + iodofórmio + óleo de silicone) foi significativamente mais elevada para o Ácido Maleico(MA) e Ácido Cítrico(AC) do que com EDTA (p &lt; 0,001). Não houve diferença entre a AM e o AC.</p>
<p><b>Sağsen B et al. (2012)</b> 8</p>	<p>Estudo in vitro</p>	<p>O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de diferentes soluções de irrigação na remoção do hidróxido de cálcio</p>	<p>Foram utilizados 48 incisivos centrais maxilares, preparados com o sistema ProTaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e os canais preenchidos com Ca(OH)<sub>2</sub> Dividiram-se aleatoriamente em 4 grupos experimentais de acordo com os protocolos de irrigação. Foram utilizados grupos de controlo positivos e negativos,</p>	<p>Grupo 1 -2,5 ml de EDTA 17%.  Grupo 2- 2,5 ml de NaOCl 2,5% + 2,5 ml de EDTA 17%.  Grupo 3 - 2,5 ml de ácido peracético 1% (PAA)  Grupo 4 -2,5 ml de (PAA) 0,5%.  Analisaram-se as amostras mediante microscopia eletrônica</p>	<p>Nos terços apicais, PAA 1% era superior aos outros grupos (P &lt; .05); contudo, não houve diferenças significativas entre os outros grupos (P &gt; .05). Nos terços médios, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos (P &gt; .05). Nos terços coronais, PAA 1% foi superior aos outros grupos. Verificaram-se diferenças significativas</p>

					entre todos os outros grupos (P < .05)
<b>Chou K et al. (2013)</b> 21	Estudo in vitro	O estudo pretende comparar a eficácia de diferentes técnicas de irrigação na remoção de medicamentos intracanales.	Foram utilizados 168 dentes permanentes extraídos, instrumentados com limas ProTaper F3( DentsplyMaillefer, Ballaigues, Switzerland), tratados com diferentes medicamentos intracanales com Ca(OH) <sub>2</sub> ( Odontopaste, Australian Dental Manulac Turing. Brisbane, Queensland, Australial) por duas semanas,	Apos irrigouse com EDTA e NaOCl por 1 min. na sua remoção foi usado Max-t.Probe (Dentsply Rinn. Elgin, IL USA) e EndoActivator (Dentsply Maillefer. Ballaigues, Switzerland), fotografias digitais foram obtidas com câmara digital Nikon Coolpix (Nikon, Tóquio, Japão) ligada a um estereomicroscópio Olympus (Tóquio, Japão) e analisaram-se mediante software Adobe Photoshop (Adobe area Systems Software, Irlanda)	O EDTA coadjuvado com a ativação sónica (EndoActivator) mostrou resultados satisfatórios na remoção dos medicamentos intracanales.
<b>Capar ID et al. (2014)</b> 18	Estudo in vitro	O objetivo deste estudo foi comparar a eficácia da seringa convencional, ultrassónica passiva (Acteon group), EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA), e do sistema de irrigação Self-Adjusting File (SAF) (Re-Dent-Nova, Ra'nana, Israel) na remoção do hidróxido de cálcio (Ca(OH) <sub>2</sub> ) de um canal radicular irregular simulado.	Foram utilizados 88 dentes monoradiculares instrumentados com limas Protaper F4 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). As raízes foram divididas longitudinalmente onde foi feito um sulco na região apical e de seguida preenchidas de Ca(OH) <sub>2</sub> .	Utilizaram 4 grupos experimentais (2 de controlo) de acordo com os diferentes sistemas de irrigação; - irrigação convencional com seringa, irrigação ultra sónica passiva (PUI), irrigação com EndoVac e irrigação com SAF.Foram utilizadas como soluções irrigantes o NaOCl 2.5% isolado ou associado ao EDTA 17%. O Ca(OH) <sub>2</sub> remanescente foi avaliado sob um estereomicroscópio com uma ampliação de 30x utilizando um sistema de pontuação de 4 graus	No sistema SAF, a adição de EDTA ao NaOCl 2.5% melhorou a remoção do Ca(OH) <sub>2</sub> em comparação com a irrigação apenas com NaOCl. No entanto, nas restantes técnicas, o EDTA não aumentou a capacidade de remoção do NaOCl.
<b>Arslan H et al. (2014)</b> 19	Estudo in vitro	Avaliar o efeito de várias soluções irrigantes na remoção do hidróxido de cálcio misturado com 2% de gel de clorhexidina (CHX 2%) num canal artificial e a formação do precipitado de cor castanho-alaranjado resultante desta mistura.	Foram utilizados 48 pré-molares mandibulares preparados com limas ProTaper F4( Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), divididos longitudinalmente e feito um sulco na região apical. As metades da raiz foram unidas e colocou-se no seu interior Ca(OH) <sub>2</sub> misturado com CHX a 2%.	Os dentes foram divididos em 4 grupos experimentais em função do irrigante utilizado. I- Grupo de controlo. 5 ml NaOCl 1% durante 1min. II- 5 ml de EDTA 17% por 1min. III- 5ml de Ácido Maleico 7% 1 min. IV- 5 ml Ácido Cítrico 10% 1 min. Os resultados observaram-se mediante um estereomicroscopio com um sistema de pontuação de 4 graus.	As soluções de ácido maleico 7% e de ácido cítrico 10% são superiores às soluções de NaOCl 1% e de EDTA 17% na remoção do hidróxido de cálcio com CHX 2% (P < .0083). Não houve diferenças significativas entre os outros grupos (P > .0083). Foi observado precipitado castanho-alaranjado em todos os espécimes do grupo NaOCl 1% mas em nenhum dos outros grupos.

<p><b>Alturaiki S et al. (2015)</b> 20</p>	<p>Estudo in vitro</p>	<p>O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de diferentes sistemas de irrigação na remoção do hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) do canal radicular, utilizando um microscópio eletrónico de varrimento.</p>	<p>Foram utilizados 40 dentes monoradiculares extraídos, divididos em 4 grupos e preenchidos com Ca(OH)<sub>2</sub> durante 4 semanas.</p>	<p>Grupo 1- irrigação convencional Grupo 2-EndoVac (Discus Dental, Culver, CA). Grupo 2- EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental Specialities, Tulsa, OK) Grupo 4- ProUltra (Dentsply Tulsa Dental, TulsaOK). Todos os grupos foram irrigados com 3ml de EDTA 18% e 3ml NaOCl durante 1 minuto. As amostras foram observadas por microscopia eletrónica.</p>	<p>EM nenhum dos grupos a remoção do Ca(OH)<sub>2</sub> foi completa. Os grupos de controlo mostraram uma presença total de Ca(OH)<sub>2</sub> nas paredes do canal, em oposição aos controlos negativos com limpeza total de Ca(OH)<sub>2</sub>. No entanto, utilizando a análise do teste de variância, uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos pode ser mostrada (P &lt; .001).</p>
<p><b>Uzunoglu E et al. (2015)</b> 7</p>	<p>Estudo in vitro</p>	<p>Avaliar a eficácia de várias soluções quelantes utilizadas isoladamente ou em combinação com hipoclorito de sódio (NaOCl) na remoção do hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) dos canais radiculares.</p>	<p>Foram utilizados 72 incisivos mandibulares instrumentados com ProTaper F2 (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Switzerland), preenchidos com Ca(OH)<sub>2</sub> durante uma semana depois são seccionados de forma longitudinal e divididos em 6 grupos conforme o método de remoção utilizado. Foram utilizados grupos positivos e negativos para controle.</p>	<p>Grupo1 -2,5ml de EDTA 17% Grupo 2 -2,5ml de ácido peracético (PAA) 1% Grupo 3- 2,5ml Qmix Grupo 4 -2,5 ml de NaOCl 2.5% /2,5 ml de EDTA 17% Grupo 5-2,5 ml de NaOCl 2.5% /2,5 ml de PAA 1% Grupo 6-2,5 ml de NaOCl 2.5% /2,5 ml de QMix). A avaliação do Ca(OH)<sub>2</sub> residual foi efetuada a partir de fotografias digitais analisadas mediante o software analisador de imagem ( Comef 4.3; OEG Messtechnik, Frankfurt, Germany).</p>	<p>A menor eficiência de remoção de Ca(OH)<sub>2</sub> foi observada para o grupo 4 (P &lt; 0,001), enquanto que o grupo 6 apresentou resultados favoráveis (P &lt; 0,05).</p>
<p><b>Kuştarıcı A et al. (2016)</b> 6</p>	<p>Estudo in vitro</p>	<p>O objetivo deste estudo foi investigar a eficácia de um laser de crómio érbio: ítrio-scandiumgallium-garnet (Er,Cr:YSGG) com diferentes soluções de irrigação NaOCl, EDTA 17% QMix 2 em 1 e Ácido Peracético na remoção do hidróxido de cálcio em sulcos artificiais criados nos canais radiculares.</p>	<p>Foram utilizados 160 pré-molares mandibulares mono radiculares instrumentados com limas F4-ProTaper (Dentsply-Maillefer, Switzerland). As raízes foram cortadas longitudinalmente e preenchidas com Ca(OH)<sub>2</sub> misturado com água. De seguida tornaram-se a unir as raízes que foram distribuídas em grupos</p>	<p>Os grupos foram divididos de acordo com a técnica de irrigação selecionada: - Laser - NI E segundo o irrigante usado: -NaOCl 2.5% -EDTA 17% -QMix 2in1 -Ácido peracético. A análise da remoção do Ca(OH)<sub>2</sub> foi realizada por fotografias com um estereomicroscópio.</p>	<p>Obteve-se significativamente menos Ca(OH)<sub>2</sub> residual nos grupos ativados por laser do que nos grupos não <b>ativados</b> ( p &lt; 0,05). De acordo com os dados, o NaOCl deixou significativamente mais Ca(OH)<sub>2</sub> do que os outros grupos ( p &lt; 0,05). No entanto, não houve diferença significativa entre os grupos EDTA, QMix 2 em 1 e ácido peracético.</p>
<p><b>Y Wang et al.</b></p>	<p>Estudo in vitro</p>	<p>Comparar a eficácia de vários</p>	<p>Foram utilizados 20 dentes simulados (Endo Training Block;</p>	<p>Foram aplicados nos grupos experimentais soluções de Ácido</p>	<p>Em todos os grupos o Ca(OH)<sub>2</sub> foi quase</p>

<p>(2017) 16</p>		<p>irrigantes quelantes e técnicas de agitação na remoção de Ca(OH)<sub>2</sub> em dois tipos de sistemas de canais radiculares curvos.</p>	<p>DentsplyMaillefer, Ballaigues, Switzerland) de canais curvos e 24 dentes humanos extraídos foram preparados com lima Protaper F3 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e tratados com Ca(OH)<sub>2</sub>.</p>	<p>Cítrico 10% e EDTA 17% e ativadas por ativação sónica ou ultrassónica para remover o Ca(OH)<sub>2</sub> ou apenas associadas à limpeza manual com lima K 30. Foi calculada a percentagem de remoção de Ca (OH)<sub>2</sub> em diferentes seções dos canais radiculares. Avaliados com tomografia micro-computorizada (micro-ct).</p>	<p>completamente removido nos terços médio e coronal. No terço apical a associação da ativação ultrassónica (Satelec, Acteon Group, Merignac, França) e sónica com EndoActivator (Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA, EUA4) removeu mais Ca(OH)<sub>2</sub> do que a lima K 30 no grupo do ácido cítrico a 10%, mas a diferença não foi significativa.</p>
<p><b>Chockattu SJ et al . (2017)</b> 17</p>	<p>Estudo in vitro</p>	<p>O objetivo deste estudo é de comparar a eficácia dos protocolos de irrigação utilizando diferentes soluções quelantes na remoção do Ca(OH)<sub>2</sub>.</p>	<p>Foram utilizados 45 pré-molares mandibulares monoradiculares instrumentados com F4-ProTaper (Dentsply-Maillefer, Switzerland) e preenchidos de Ca(OH)<sub>2</sub>. Foram distribuídos aleatoriamente por três grupos experimentais.</p>	<p>Foram divididos em três grupos experimentais conforme o quelante utilizado.</p> <p>Grupo I-EDTA 17% 5ml Grupo II-Ácido Cítrico 10% 5ml Grupo III-Etidronato 18% 5ml</p> <p>As raízes foram divididas e analisadas por microscópio eletrónico de varrimento .</p>	<p>A comparação dos grupos mostrou:</p> <p><b>Terço coronal-</b> o Etidronato (Grupo III) melhor limpeza, seguido do EDTA (Grupo I).</p> <p><b>Terço médio-</b> o EDTA (Grupo I) e Etidronato (Grupo III) apresentaram as mais altas pontuações de limpeza</p> <p><b>Terceiro apical-</b> o Grupo III teve um desempenho tão fraco como o Grupo II. A comparação dos terços dentro dos grupos mostrou que o EDTA 17% demonstrou maior limpeza em coronal versus apical. O Ácido cítrico 10% teve um mau desempenho em todos os terços. O Etidronato 18% demonstrou diferenças significativa em termos de limpeza entre todos os terços.</p> <p>O Ph dos quelantes, EDTA, ácido cítrico e etidronato são de 6,8, 1,4, e 0,3, respetivamente.</p> <p>O pH altamente alcalino do Ca(OH)<sub>2</sub> pode neutralizar o pH do ácido cítrico e torná-lo um quelante ineficiente. Pelo contrário, a elevada acidez do etidronato pode compensar a sua fraca capacidade quelante.</p>



<p><b>Neelakantan P et al. (2017)</b> 14</p>	<p>Estudo in vitro</p>	<p>O objetivo deste estudo foi utilizar a tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) para avaliar a remoção do hidróxido de cálcio (Ca [OH]<sub>2</sub>) dos canais radiculares após a utilização de diferentes protocolos de irrigação e ativação.</p>	<p>Foram utilizados 128 dentes instrumentados até lima 35/04 e preenchidos com Ca (OH)<sub>2</sub> durante uma semana e divididos por 12 grupos segundo a irrigação final.</p>	<p>Nos 12 grupos experimentais foram utilizados como irrigantes o NaOCl 3% e 6%, EDTA 17% e EA 18% Não ativados ou ativados com -FF(Engineered Endodontics). -PUI rotativo de plástico. - NTFX (Ultradent Products).  conforme o grupo experimental. O Ca (OH)<sub>2</sub> residual foi observado mediante CBCT.</p>	<p>Nenhum dos protocolos removeu completamente o Ca(OH)<sub>2</sub> do sistema de canais radiculares, mas o FF e PUI, em conjunto com NaOCl 3% e EDTA 17%, removeram significativamente mais Ca(OH)<sub>2</sub> do que os outros protocolos de ativação de irrigação testados.</p>
<p><b>Lima Dias et al. 2020</b> 4</p>	<p>Estudo in vitro</p>	<p>Avaliar a remoção do hidróxido de cálcio das paredes do sistema de canais radiculares com diferentes soluções de irrigação ( NaOCl 2,5% EDTA 17%, álcool e ácido fosfórico 37%) e a utilização de irrigação não ativada (NAI) ou com ativação ultrassônica passiva (PUI).</p>	<p>Foram utilizados 80 dentes monoradiculares onde após a instrumentação foi inserido Ca(OH)<sub>2</sub> com um lântulo, misturado com propilenoglicol e rodamina 0,1 %.</p>	<p>Os 10 grupos experimentais avaliaram cada uma destas soluções de irrigação sozinhas com e sem ativação (PUI) na remoção do hidróxido de cálcio e avaliada mediante scanner microscópico com laser confocal.</p>	<p>A irrigação com etanol a 70% apresentou uma percentagem significativamente mais elevada de paredes limpas do canal radicular e maior profundidade de remoção nos túbulos dentinários, quando comparada com a irrigação com NaOCl 2,5% e EDTA 17% para ambos os métodos de irrigação (P&lt;0,05). Não foram observadas diferenças no poder de remoção entre etanol 70% e ácido fosfórico 37% (P&gt;0.05), nem entre ácido fosfórico 37%, NaOCl 2,5% e EDTA-T 17% (P&gt;0.05)</p>

Tabela 1. Dados relevantes adquiridos para o estudo

A presente revisão de literatura integrativa relatou os principais resultados dos estudos relevantes, levando em consideração o efeito de soluções quelantes e meios de agitação das soluções, na remoção e limpeza do hidróxido de cálcio da superfície do sistema de canais radiculares. Esta aponta a necessidade da utilização de métodos standardizados nos estudos realizados, porque as diferentes metodologias representam desde logo uma limitação nesta avaliação.

A associação de agentes quelantes à solução irrigante comumente utilizada na desinfecção canal, melhora a remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  dentro dos mesmos, não conseguindo, no entanto, a remoção total. A mesma também pode ser melhorada com a aplicação de métodos de agitação sobre a solução. Sendo assim a hipótese nula foi parcialmente rejeitada. Uma discussão detalhada é fornecida a seguir.

## 5. Discussão

O hidróxido de cálcio é um pó branco inodoro com a fórmula  $\text{Ca(OH)}_2$ , que quando em contacto com a água liberta lentamente iões de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e iões hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ). Apresenta baixa solubilidade o que é uma boa característica clínica, porque assim possui um tempo de ação mais prolongado quando em contacto direto com tecidos orgânicos<sup>(3)</sup>. Os iões hidroxilo são radicais livres altamente oxidantes que mostram uma reatividade extrema com as biomoléculas e as principais ações do  $\text{Ca(OH)}_2$  são atribuídas ao efeito destes iões. O efeito antimicrobiano resulta da libertação dos mesmos, que quando entram em contacto com fluidos aquosos elevam o pH até cerca de 12,5 - 12,8, pelo que a maioria dos agentes patogénicos são incapazes de sobreviver neste ambiente alcalino<sup>(3)</sup>. É o medicamento intracanal mais utilizado entre sessões na terapia endodóntica com o objetivo de eliminar os restantes microrganismos após a preparação químico-mecânica<sup>(15)</sup>. A sua remoção parece ser fundamental para o sucesso do tratamento. Segundo Lima Dias et al.<sup>(4)</sup> e Alturaiki S et al.<sup>(20)</sup>, o  $\text{Ca(OH)}_2$  residual nas paredes do canal tem uma grande relação com uma menor força de adesão e penetração dos cimentos nos túbulos dentinários e podem reagir quimicamente com o mesmo de forma negativa. Restos de hidróxido de cálcio tem influência no fenómeno da infiltração devido à instabilidade dimensional e à solubilidade do mesmo, o que pode comprometer o selamento de canais laterais e da restauração definitiva, que com o tempo podem ser a porta de entrada de novos microrganismos. Tem sido reportado que a sua remoção incompleta pode então desta forma influenciar o sucesso do tratamento<sup>(9,21)</sup>. Por isso, soluções quelantes são usadas amplamente na terapia endodóntica no sentido de complementarem a irrigação do sistema de canais radiculares<sup>(11)</sup>. Esta tem a capacidade

de se ligarem aos íons de cálcio disponíveis colocando-os em suspensão na solução e permitindo assim a sua remoção pela irrigação<sup>(9)</sup>. Estudos publicados até ao momento sobre a remoção do hidróxido de cálcio mostram que os mecanismos de ação dos agentes irrigantes quelantes proporcionam resultados satisfatórios<sup>(4,5,8,12,21)</sup>. Embora segundo Grazziotin-Soares R et al.<sup>(9)</sup> o uso prolongado dos quelantes possa ser prejudicial por causar erosão peritubular e intertubular.

O EDTA é uma substância fluida, que se pode encontrar em concentrações de 10% a 17%, sendo mais efetivo a 17%. Com esta solução pretende-se desmineralizar a dentina e eliminar a Smear Layer<sup>(22)</sup>. Possui um pequeno efeito antibacteriano sobre algumas espécies de microrganismos como o Streptococcus alfa-hemolíticos e Staphilococcus aureus, mas em contrapartida possui um elevado efeito antimicótico<sup>(22)</sup>. Esta revisão demonstrou que o EDTA é o irrigante mais utilizado na remoção do hidróxido de cálcio estando presente em todos os estudos avaliados. Atua por meio da captação de íons metálicos di e tricatiónicos como o  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Fe}^3$ . Após esta união entre o EDTA e os íons de  $\text{Ca}^{2+}$ , estes permanecem em suspensão na solução, podendo ser eliminados<sup>(17)</sup>. Embora esta capacidade como quelante, alguns estudos mostram, que quando comparado a outros irrigantes, estes possuem melhor poder de remoção<sup>(5)</sup>.

Chockattu et al.<sup>17</sup> no seu estudo avaliou a remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  em 45 pré-molares mandibulares e os resultados revelaram que o EDTA 17% era o irrigante com maior poder de remoção na região apical, quando comparado com o Ácido cítrico (AC) e o Etidronato. O estudo também evidenciou que o poder de ação do EDTA não era dependente do Ph do meio, ao contrário de outros quelantes que podem ficar inativos com o Ph altamente alcalino do  $\text{Ca(OH)}_2$ <sup>(17)</sup>. Em contrapartida Sağsen B et al.<sup>(8)</sup> e Arslan H et al.<sup>(19)</sup> indicam nos seus estudos que outros irrigantes como o ácido peracético (PAA 1%), AC 10% e ácido maleico (MA) 7% quando comparados com o EDTA 17% apresentam uma maior capacidade de remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$ . No entanto foi relatado que a capacidade do EDTA 17% também pode ser aumentada quando se recorre à utilização de sistemas de ativação das soluções irrigantes, como a irrigação ultrassónica passiva (PUI) ou a Self Adjusting File (SAF)<sup>(18)</sup>. Estes resultados corroboram com os de Neelakantan P et al.<sup>(14)</sup> que relatou que o EDTA 17% quando era associado ao NaOCl 3% e ativado mediante sistemas de irrigação ultrassónica passiva (PUI) e Finishing files obteve os melhores resultados frente a outros irrigantes tais como o ácido etidrónico (EA) 9%+ NaOCl 3% com e sem ativação, assim como o EDTA 17% + NaOCl 3% sem ativação<sup>(14)</sup>.

A sua ação antimicrobiana está relacionada com o pH baixo (1,45 a 1.5), podendo causar efeitos citotóxicos adversos ao tecido peri radicular, sendo, no entanto, o ácido cítrico a 10%, menos agressivo que o EDTA na resposta inflamatória<sup>(17)</sup>.

Ballal et al.<sup>(5)</sup> observou no seu estudo, que o ácido cítrico removia significativamente mais medicamento intracanal quando comparado com o EDTA 17%. Em contrapartida, Da Silva JM et al.<sup>(13)</sup> relatou, que o ácido cítrico apresenta piores resultados na remoção de hidróxido de cálcio quando comparado com o EDTA 17%. No que concerne aos resultados antagónicos entre os estudos anteriormente considerados, estes são possivelmente devido a diferenças na metodologia do estudo, pois Ballal et al.<sup>(5)</sup> complementa o uso do AC com a ação de um ultrassom, enquanto, Da Silva JM et al.<sup>(13)</sup> não emprega meios complementares de irrigação, além disso nos dois estudos, o tempo de ação dos irrigantes foi diferente, pois este último aplicou mais tempo de ação para o EDTA (3 minutos) do que para o AC (30 segundos)<sup>(5,13)</sup>.

Os resultados de Y Wang et al.<sup>(16)</sup> corroboram com os de Ballal et al.<sup>(5)</sup> ao relatar que na sua investigação que o AC 10% conseguia os melhores resultados frente ao EDTA 17%, sendo esta diferença mais notável na região apical. Também recorreu à ativação do AC de forma ultrassónica e com EndoActivador conseguindo desta maneira melhor capacidade de remoção com o AC<sup>(5,16)</sup>.

O QMiX, um produto recentemente utilizado como irrigante endodóntico, resulta de uma combinação de EDTA, gluconato de clorexidina, ácido poliaminocarboxílico (outro agente quelante do cálcio), bisbiguanida como agente antimicrobiano, solução salina e um tensoativo(detergente)<sup>(23,24)</sup>. Foi relatado que a adição do detergente ao agente quelante consegue reduzir a tensão superficial e consequentemente aumentar a capacidade de penetração do quelante na dentina<sup>(6)</sup>. No estudo efetuado por Uzunoglu, et al.<sup>(7)</sup> este descreveu que o Qmix quando associado ao NaOCl, mostrou melhores resultados frente ao EDTA e ao PAA na remoção de  $\text{Ca(OH)}_2$ <sup>(7)</sup> mas, quando os irrigantes são usados sem serem associados ao NaOCl não há diferenças significativas pois a remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  é dependente da ação dos quelantes.<sup>(7)</sup> Também o Qmix melhora a sua ação na remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  quando ativado pelo laser Er,Cr:YSGG, como foi descrito por Kuştarıcı A et al.<sup>(6)</sup> no seu estudo<sup>(6)</sup>. No entanto este refere que todas as outras soluções utilizadas; EDTA 17%, PAA 1% e NaOCl 2.5% também melhoram a sua capacidade de remoção, sendo o NaOCl 2.5% o que obteve os melhores resultados e não existindo diferenças significativas nos restantes grupos<sup>(6)</sup>.

O ácido peracético (PAA) é uma mistura de ácido acético e peróxido de hidrogénio em solução aquosa e o seu mecanismo de ação é causado pela libertação de oxigénio livre e hidroxilo que se decompõem em oxigénio, água e ácido<sup>(8)</sup>.

Sağsen B et al.<sup>(8)</sup> comparou o ácido peracético ao EDTA e no seu estudo encontrou no PAA uma alternativa ao EDTA na remoção de hidróxido de cálcio, quer na região coronal quer na região apical, não havendo, no entanto, diferenças significativas entre os grupos na região média. Mais recentemente, Uzunoglu E et al.<sup>(7)</sup> demonstrou que PAA 1% era capaz de remover maior quantidade de  $\text{Ca(OH)}_2$  em comparação com EDTA + NaOCl, sendo maior este poder de remoção nos grupos onde o PAA não era combinado ao NaOCl embora no seu estudo este poder de remoção seja menor do que o grupo do QMix + NaOCl como referido anteriormente<sup>(7)</sup>.

Alguns estudos avaliaram a utilização de quelantes não utilizados de forma rotineira no tratamento endodóntico, no sentido de encontrar alternativas para melhorar a remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$ . Chockattu SJ et al.<sup>(17)</sup> utilizou o etidronato 18%, um ácido forte que mostrou melhores resultados na remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  do que o ácido cítrico e que o EDTA, tanto no terço médio como coronário. Também Candeiro GT de M et al.<sup>(12)</sup> avaliou a ação do vinagre de maçã em associação com o EDTA ou isoladamente. Relatou então, que quando associado ao EDTA é mais efetivo do que a associação EDTA + NaOCl e também mais efetivo mesmo sem ser associado. Os melhores resultados estão presentes no grupo de EDTA + vinagre de maçã tanto no terço médio como no terço apical<sup>(12)</sup>.

Um estudo recente utilizou como auxiliar na remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  o etanol a 70%, irrigante já utilizado de forma rotineira no protocolo de irrigação final dos tratamentos endodónticos, com o objetivo de diminuir a tensão superficial e melhorar a penetração do cimento nos túbulos dentinários. Este estudo refere que o etanol 70% consegue remover maior quantidade de  $\text{Ca(OH)}_2$  do que o EDTA 17% e o NaOCl 2,5%, no entanto estes resultados não podem ser comparados com outros estudos pelo facto do etanol 70% não ser usado como quelante<sup>(4)</sup>.

Os métodos de avaliação da remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$  na maioria dos estudos baseiam-se na avaliação por imagens digitais<sup>(6,7,15,18,19,21)</sup> ou microscopia eletrónica de varrimento (SEM)<sup>(8,12,13,17,20)</sup> mas não oferecem informações adequadas, pois essas imagens são bidimensionais (2D). As modalidades de imagem tridimensional baseadas na tomografia computadorizada (CT)<sup>(5,16)</sup> oferecem análise volumétrica e podem ser consideradas como métodos de análise mais precisos nesses estudos. Além da tomografia computadorizada

(CT) outros estudos usaram a cone beam computed tomography (CBCT) para analisar a capacidade de remoção do hidróxido de cálcio por ação dos quelantes <sup>(8,14)</sup>. Em 2017, Neelakatan P et al. <sup>(14)</sup> recorreu pela primeira vez ao uso do CBCT para avaliar o Ca(OH)<sub>2</sub> remanescente no sistema de canais radiculares, precisamente porque a avaliação a 2D limitava a análise do estudo. Observou que nenhum dos protocolos removeu completamente o Ca(OH)<sub>2</sub> do sistema de canais radiculares, mas o FF e PUI, em conjunto com NaOCl 3% e EDTA 17%, removeram significativamente mais Ca(OH)<sub>2</sub> do que os outros protocolos de ativação de irrigação testados <sup>(14)</sup>.

O facto do Ca(OH)<sub>2</sub> conseguir penetrar nos túbulos dentinários dificulta a sua total remoção. Recentemente o uso de diferentes sistemas complementares tem vindo a melhorar a capacidade de remoção dos irrigantes quelantes, por meio de sistemas de ativação a Laser, de irrigação ultrassónica e sónica <sup>(4,16,18,20)</sup>. No estudo realizado por Dias-Júnior LC de L et al. <sup>(4)</sup> os resultados mostram que não existem diferenças na percentagem de hidróxido de cálcio residual na região apical para nenhum dos diferentes grupos de irrigantes utilizados no estudo, quer fossem irrigantes não ativados (NI) quer fossem ativados por irrigação ultrassónica passiva (PUI). Em contrapartida, outros estudos <sup>(6,14,15,18,20)</sup> evidenciaram que os irrigantes quelantes utilizados removem maior quantidade de hidróxido de cálcio quando são ativados do que quando não o são, mas apesar desta melhoria nenhuma solução quelante mesmo que ativada consegue remover completamente o Ca(OH)<sub>2</sub>.

Entre os diferentes métodos de ativação dos irrigantes os que foram ativados por laser (LAI) obtiveram uma eficácia significativa, o efeito do Er,CrYSGG laser consegue melhorar a remoção do hidróxido de cálcio por parte dos irrigantes, mostrando melhores resultados que outros métodos de ativação já utilizados <sup>(6,16)</sup>. O laser baseia o seu poder de ação em fenómenos foto acústicos e foto mecânicos, que mostraram ser significativamente mais eficazes na limpeza das paredes dentinárias em comparação com técnicas convencionais, sónicas ou ultrassónicas, embora o uso de lasers possa causar alguns efeitos colaterais no canal radicular tais como; a carbonização, formação de cracks, extrusão do irrigante ou aumento da temperatura <sup>(6)</sup>. A utilização de limas K para a remoção do Ca(OH)<sub>2</sub> é a técnica mais utilizada pelos Médicos Dentistas independentemente de recorrerem a qualquer outra. Wang Y et al. <sup>(16)</sup> avaliou no seu estudo in vitro a utilização de limas manuais e comprovou que o grupo que utilizava limas 30K para remoção do Ca(OH)<sub>2</sub>, obteve resultados significativamente piores em relação

aos grupos que empregavam outros métodos de remoção tais como a ativação de irrigantes com PUI ou EndoVac.

## 6. Conclusões

Dentro das limitações dos estudos selecionados, observações finais podem ser feitas da seguinte forma;

- A maioria dos estudos conseguiram demonstrar a efetividade dos irrigantes quelantes na remoção do  $\text{Ca(OH)}_2$ , embora muitos autores apontem maior dificuldade de remoção na região apical, onde os quelantes tem uma ação mais limitada.
- O EDTA é o quelante mais utilizado nos diferentes estudos analisados, mas comprovou-se a existência de outros quelantes como o Ácido Cítrico, Ácido Peracético e Qmix com tantas capacidades ou mais na remoção do Hidróxido de Cálcio.
- A ação das soluções quelantes, independentemente de qual, é efetivamente melhorada quando adicionada a um sistema de ativação da mesma, como; Irrigação ultrassónica passiva (PUI), Irrigação sónica (Endoactivator), Laser, Self Adjusting File e outros.
- A variedade de resultados dos diferentes estudos, impossibilitou determinar o melhor irrigante para a remoção do Hidróxido de Cálcio do sistema de canais radiculares.

## 7. Bibliografia

1. AlShwaimi E, Bogari D, Ajaj R, Al-Shahrani S, Almas K, Majeed A. In Vitro Antimicrobial Effectiveness of Root Canal Sealers against *Enterococcus faecalis*: A Systematic Review. *Journal of Endodontics*. 2016 Nov;42(11):1588–97.
2. Topçuoğlu HS, Düzgün S, Ceyhanlı KT, Aktı A, Pala K, Kesim B. Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *Int Endod J*. 2015 Apr;48(4):309-16.
3. Mohammadi Z, Dummer PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J*. 2011 Aug;44(8):697-730.
4. Dias-Junior LC de L, Castro RF, Fernandes AD, Guerreiro MYR, Silva EJNL, Brandão JM da S. Final Endodontic Irrigation with 70% Ethanol Enhanced Calcium Hydroxide Removal from the Apical Third. *J Endod*. enero de 2021;47(1):105-11.
5. Ballal NV, Kumar SR, Laxmikanth HK, Saraswathi MV. Comparative evaluation of different chelators in removal of calcium hydroxide preparations from root canals. *Aust Dent J*. septiembre de 2012;57(3):344-8.
6. Kuştarıcı A, Er K, Siso SH, Aydın H, Harırlı H, Arslan D, Kırmalı O. Efficacy of Laser-Activated Irrigants in Calcium Hydroxide Removal from the Artificial Grooves in Root Canals: An Ex Vivo Study. *Photomed Laser Surg*. 2016 May;34(5):205-10. doi: 10.1089/pho.2015.3951. Epub 2016 Apr 8. PMID: 27058651.
7. Uzunoglu E, Turker SA, Ozcelik B. The effectiveness of various chelates used alone or in combination with sodium hypochlorite in the removal of calcium hydroxide from root canals. *Saudi Endod J* 2015;5:161-5
8. Sağsen B, Üstün Y, Aslan T, Çanakçı BC. The Effect of Peracetic Acid on Removing Calcium Hydroxide from the Root Canals. *Journal of Endodontics*. septiembre de 2012;38(9):1197-201.
9. Grazziotin-Soares R, Dourado LG, Goncalves BLL, et al. Dentin Microhardness and Sealer Bond Strength to Root Dentin are Affected by Using Bioactive Glasses as Intracanal Medication. *Materials (Basel)* 2020;13(3).



10. Guiotti FA, Kuga MC, Duarte MA, Sant'Anna AJ, Faria G. Effect of calcium hydroxide dressing on push-out bond strength of endodontic sealers to root canal dentin. *Braz Oral Res* 2014;28.
11. Ballal NV, Ulusoy Öİ, Chhapparwal S, Ginjupalli K. Effect of novel chelating agents on the push-out bond strength of calcium silicate cements to the simulated root-end cavities. *Microsc Res Tech*. 2018 Feb;81(2):214-219.
12. Candeiro GT de M, Matos IB de, Costa CFE da, Fonteles CSR, Vale MS do. A comparative scanning electron microscopy evaluation of smear layer removal with apple vinegar and sodium hypochlorite associated with EDTA. *J Appl Oral Sci*. diciembre de 2011;19(6):639-43.
13. Da Silva JM, Silveira A, Santos E, Prado L, Pessoa OF. Efficacy of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid and phosphoric acid in calcium hydroxide removal from the root canal: a microscopic cleanliness evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. diciembre de 2011;112(6):820-4.
14. Neelakantan P, Sriraman P, Gutmann JL. Removal of calcium hydroxide intracanal medicament by different irrigants and irrigating techniques: a cone beam computed tomography analysis. *Gen Dent*. diciembre de 2017;65(6):45-9.
15. Taşdemir T, Celik D, Er K, Yildirim T, Ceyhanli KT, Yeşilyurt C. Efficacy of several techniques for the removal of calcium hydroxide medicament from root canals. *Int Endod J*. 2011 Jun;44(6):505-9. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01854.x. Epub 2011 Jan 28. PMID: 21276018.
16. Wang Y, Guo L-Y, Fang H-Z, Zou W-L, Yang Y-M, 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*. junio de 2017;9(2):110-6.
17. Chockattu SJ, Deepak BS, Goud KM. Comparison of efficiency of ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid, and etidronate in the removal of calcium hydroxide intracanal medicament using scanning electron microscopic analysis: An in-vitro study. *J Conserv Dent*. 2017;20(1):6-11. doi:10.4103/0972-0707.209079
18. Capar ID, Ozcan E, Arslan H, Ertas H, Aydinbelge HA. Effect of different final irrigation methods on the removal of calcium hydroxide from an artificial standardized groove in the apical third of root canals. *J Endod*. marzo de 2014;40(3):451-4.
19. Arslan H, Gok T, Saygili G, Altintop H, Akçay M, Çapar ID. Evaluation of effectiveness of various irrigating solutions on removal of calcium hydroxide mixed with 2% chlorhexidine gel and detection of orange-brown precipitate after removal. *J Endod*. 2014 Nov;40(11):1820-3. doi: 10.1016/j.joen.2014.06.003. Epub 2014 Sep 4. PMID: 25201644.
20. Alturaiki S, Lamphon H, Edrees H, Ahlquist M. Efficacy of 3 different irrigation systems on removal of calcium hydroxide from the root canal: a scanning electron microscopic study. *J Endod*. enero de 2015;41(1):97-101.
21. Chou K, George R, Walsh LJ. Effectiveness of different intracanal irrigation techniques in removing intracanal paste medicaments. *Aust Endod J*. 2014 Apr;40(1):21-5. doi: 10.1111/aej.12055. Epub 2013 Dec 13. PMID: 24330380.

22. Mohammadi Z, Shalavi S, Jafarzadeh H. Ethylenediaminetetraacetic acid in endodontics. *Eur J Dent.* 2013;7(Suppl 1):S135–42.
23. Aksel H, Serper A, Kalayci S, Somer G, Eriskan C. Effects of QMix and ethylenediaminetetraacetic acid on decalcification and erosion of root canal dentin. *Microsc Res Tech.* 2016 Nov;79(11):1056-1061. doi: 10.1002/jemt.22745. Epub 2016 Aug 8. PMID: 27500784.
24. Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J.* 2012 Apr;45(4):363-71. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01985.x. Epub 2011 Nov 16. PMID: 23134158.