

Raul Manuel Ribeiro Teixeira

Sistemas auxiliares de desinfecção em Endodontia

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto 2015

Raul Manuel Ribeiro Teixeira

Sistemas auxiliares de desinfeção em Endodontia

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto 2015

Raul Manuel Ribeiro Teixeira

Sistemas auxiliares de desinfeção em Endodontia

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária, sob a orientação do Dr. Luís França Martins.

RESUMO

Sistemas auxiliares de desinfecção em Endodontia

Um dos principais objetivos de um tratamento endodôntico não cirúrgico é a desinfecção e limpeza do sistema tridimensional de canais radiculares, eliminando os microrganismos e patologias associadas, de forma a restituir a função do dente.

Deste logo, o insucesso do tratamento endodôntico pode ocorrer não só, devido à sobrevivência dos microrganismos nos canais radiculares, mas também à uma possível re-contaminação, durante o tratamento ou decorrente de um selamento coronário ou apical incorreto.

Assim, a irrigação e respetiva desinfecção são uma fase essencial do tratamento endodôntico, para que se consiga alcançar o sucesso do tratamento.

O Hipoclorito de Sódio é uma excelente solução irrigante e por isso, tornou-se a substância mais utilizada no tratamento endodôntico. Apesar de ser um agente bactericida e bacteriostático, e devido à sua boa capacidade de dissolver tecidos, o seu extravasamento para os tecidos perirradiculares pode trazer complicações, devido às suas características, sendo fundamental o seu correto manuseamento.

Com este trabalho pretendemos realizar uma revisão bibliográfica sobre as novas tendências, sistemas e técnicas associadas à desinfecção endodôntica.

ABSTRACT

Sistemas auxiliares de desinfecção em Endodontia

One of the main objectives of a nonsurgical endodontic treatment is the disinfection and cleaning of three-dimensional root canal system, eliminating micro-organisms and pathologies associated in order to restore the function of the tooth.

At once, the failure of endodontic treatment can occur not only due to the survival of microorganisms in root canals, but also to a possible re-contamination during treatment or due to an incorrect apical or coronal sealing.

Thus, irrigation is an essential phase of endodontic treatment, to achieve the successful of the treatment.

Sodium hypochlorite is an excellent irrigating solution and therefore became the most widely used substance in endodontic treatment. Despite being a bactericidal and bacteriostatic agent, and because of its good ability to dissolve tissue, its extravasation into the periradicular tissues can cause complications, because of its characteristics, it is essential to their proper handling.

With this work we intend to perform a literature review on the new trends, systems and techniques associated with endodontic disinfection.

Dedicatória

Aos meus pais pela compreensão, motivação, apoio e carinho.

À Dani pelo Amor, ajuda e incentivo. O melhor ainda está para vir meu amor.

“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.”

- Fernando Pessoa

Agradecimentos

Em primeiro lugar agradeço ao Delfin, um verdadeiro amigo que sempre me apoiou, ajudou e ensinou. Muito obrigado Mano.

Ao Dr. Luís França Martins, pela paciência e dedicação. Um obrigado não só por ser meu orientador, mas também um amigo.

Aos meus amigos, Ana Tavares, Nuno Cunha, Jéssica Cunha e Saulo Diniz, pelo companheirismo, ajuda e motivação durante estes 5 anos.

Ao Dr. José Frias Bulhosa, pelos conselhos, atenção e amizade.

Aos meus colegas de turma, que de uma forma ou de outra me ajudaram a chegar até aqui.

Ao Dr. Vítor Freitas, pela ajuda e amizade.

ÍNDICE

ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIATURAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
ÍNDICE DE QUADROS	iii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	iv
I. INTRODUÇÃO	1
II. DESENVOLVIMENTO	4
1. Materiais e Métodos.....	4
2. Importância da desinfecção no sucesso do TENC.....	5
3. Principais irrigantes utilizados em Endodontia	7
3.1. Agentes desinfetantes	10
3.1.1. Hipoclorito de sódio	10
3.1.2. Clorohexidina	13
3.2. Agentes Quelantes.....	17
3.2.1. Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético.....	17
3.2.2. Ácido Cítrico	20
3.3. Álcool.....	21
4. Sistemas auxiliares de irrigação em Endodontia	22
4.1. Irrigação Dinâmico Manual	22
4.2. Irrigação por Pressão Apical Negativa (EndoVac)	24
4.3. Irrigação Sónica (EndoActivator)	26
4.4. Irrigação ultrassónica passiva (IUP)	28
III. DISCUSSÃO	30
1. Comparação da Efetividade.....	31
1.1. EndoVac vs. Irrigação dinâmica manual (IDM)	31

1.2. IUP vs. EndoActivator (EA)	31
1.3 IDM vs. IUP	31
2. Comparação da extrusão de NaOCl.....	32
2.1. EndoVac vs. EndoActivator	32
2.2. EndoVac vs. IDM vs. EndoActivator vs. IUP.....	33
IV. CONCLUSÃO	34
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TENC - Tratamento endodôntico não cirúrgico

NaOCl - Hipoclorito de sódio

EDTA - Ácido etilenodiamino tetra-acético

CHX - Clorohexidina

IDM - Irrigação dinâmica manual

CT - Comprimento de trabalho

IUP - Irrigação ultrassônica passiva

EA - EndoActivator

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Isolamento absoluto em dentes anteriores.

Figura 2 - Isolamento absoluto em dentes posteriores.

Figura 3 - Túbulos dentinários sem smear layer após aplicação de EDTA a 17%.

Figura 4 - Túbulos dentinários cobertos de smear layer.

Figura 5 - Irrigação por pressão apical positiva.

Figura 6 - Irrigação por pressão apical negativa.

Figura 7 - Macro-cânula do sistema EndoVac.

Figura 8 - Macro-cânula do sistema EndoVac.

Figura 9 - Micro-cânula do sistema EndoVac.

Figura 10 - Micro-cânula do sistema EndoVac

Figura 11 - Peça de mão portátil do EndoActivator

Figura 12 – Três pontas descartáveis do EndoActivator

Figura 13 - Movimento acústico à volta da lima (esquerda) e desenho esquemático (direita)

Figura 14 - Extrusão de NaOCl com o EndoVac

Figura 15 – Extrusão de NaOCl com o EndoActivator

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Propriedades ideais de um irrigante.

Quadro 2 - Quadro comparativo entre os irrigantes mais utilizados em Endodontia.

Quadro 3 - Vantagens e desvantagens do NaOCl.

Quadro 4 - Vantagens e desvantagens da CHX.

Quadro 5 - Indicação da CHX em função da concentração.

Quadro 6 - Vantagens e desvantagens do EDTA.

Quadro 7 - Vantagens e desvantagens do álcool.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentagem de cobertura colagénio residual na superfície de um canal em diferentes níveis (apical, média, coronal) após irrigação com a agulha colocada a 4 mm do CT e ápice fechado em modelos *ex vivo*.

I. INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico não cirúrgico (TENC) tem como principal objetivo a manutenção do dente em função no sistema estomatognático, sem prejuízos à saúde do paciente (Garcez *et al.*, 2008).

Desta forma, o êxito do tratamento surge quando os princípios científicos, mecânicos e biológicos são respeitados. No entanto, as falhas nos tratamentos endodônticos acontecem, e estão relacionados, principalmente, com a manutenção ou nova infecção bacteriana, o que pode ser causada por erros no procedimento do preparo dos canais, de obturação e restauração (Occhi *et al.*, 2011).

Posto isto, é fácil verificar que o fator que mais influencia significativamente o sucesso do tratamento endodôntico é a presença de bactérias nos canais radiculares. Isto indica que bactérias persistentes podem sobreviver em canais tratados endodonticamente e são capazes de induzir ou manter inflamação dos tecidos periapicais, podendo originar uma infecção secundária (Siqueira e Rôças, 2008).

Assim, Cohen e Hargreaves (2007), destacam dois passos importantes para o sucesso do TENC: a desinfecção e a instrumentação do sistema tridimensional de canais radiculares. Mesmo assim, no final do TENC o canal encontra-se próximo de estéril, uma vez que a desinfecção total é impossível. Deste modo, é essencial remover todo o conteúdo e eliminar a infecção, ou mesmo diminuí-la de forma a conseguir uma situação clínica compatível com saúde (Cohen e Hargreaves, 2007).

Contudo, o sucesso em endodontia tem vindo a crescer, e apresenta já uma taxa percentual que varia entre 86 a 98%. O sucesso é atribuído, segundo Haapasalo (2010), quando num prazo de seis meses a um ano o dente estiver livre de sinais e sintomas, nomeadamente, dor espontânea ou provocada, fístula ou edema, e a desempenhar as suas funções (Haapasalo *et al.*, 2010).

Este crescimento deve-se ao avanço de técnicas e materiais utilizados, bem como ao aumento do número de profissionais especializados. Desde logo, a escolha da técnica de instrumentação e das soluções irrigantes mais adequadas ao tratamento endodôntico são muito importantes, de modo a não interferirem com o processo de cura, alcançando mais facilmente o seu sucesso (Leonardo *et al.*, 1999).

Deste modo, a fase do preparo químico-mecânico do sistema tridimensional de canais radiculares, ou seja, a interação substância química/instrumento endodôntico respetivamente, tem sido amplamente enfatizada durante as últimas décadas (Estrela *et al.*, 2003).

Por isso, a utilização de irrigantes em conjunto com o ato de instrumentação, ajuda não só, na ação dos instrumentos, bem como na limpeza e desinfecção do sistema tridimensional de canais radiculares, desta forma, é esperado que as soluções irrigantes alcancem ramificações do canal e outras áreas inacessíveis à instrumentação, como é o caso do terço apical (Zehnder, 2006).

De todas as soluções irrigantes, o hipoclorito de sódio (NaOCl) tem sido a solução mais usada na comunidade endodôntica durante décadas, pois carrega consigo inúmeras propriedades físico-químicas consideradas ideais num irrigante, embora possua pouco efeito na desagregação da matéria orgânica (Siqueira e Rôças, 2008).

Assim, é importante que o profissional tenha conhecimento das propriedades químicas das soluções irrigantes, de forma a selecionar e utilizar as mesmas da melhor forma possível (Ferraz *et al.*, 2007).

No entanto, em relação às técnicas de irrigação, a mais utilizada é a irrigação manual por pressão positiva, com uma seringa convencional e agulha com saída lateral. No entanto, existem outros dispositivos mecanizados e bastante mais eficazes, nomeadamente a irrigação sónica, a irrigação ultrassónica e a irrigação por pressão apical negativa (Jiang *et al.*, 2010).

Todavia, torna-se importante o conhecimento da anatomia canal, que em combinação com um correto diagnóstico, uma preparação apropriada do sistema tridimensional de canais radiculares e uma adequada desinfecção terá como resultado um tratamento endodôntico de sucesso (Cohen e Hargreaves, 2007).

Assim sendo, este tema parecemos de extrema relevância na área da Endodontia, e procuramos com este trabalho, não apenas realçar a sua importância, mas também aferir quais as novas tendências e tecnologias que se apresenta como o que de melhor podemos oferecer aos nossos pacientes na área da desinfecção nos tratamentos endodônticos.

II. DESENVOLVIMENTO

1. Materiais e Métodos

O presente trabalho teve como objetivo criar uma revisão bibliográfica sobre o “sistemas auxiliares de desinfecção em Endodontia” e qual a sua importância em tratamentos endodônticos.

Para a realização deste trabalho procedeu-se a uma revisão bibliográfica da literatura existente referente ao tema, utilizando as seguintes bases de dados: *PubMed*, *Science Direct*, *Scielo*, *Scientific Research*, *Biblioteca Virtual em Saúde e B-On*. Sendo que as palavras-chave utilizadas foram: “*irrigation*”, “*endodontic disinfection*”, “*root canal irrigation*”, “*cleaning*”, “*irrigation techniques*”, “*sonic irrigation*”, “*endovac*”, “*smear layer*”, “*endoactivator*”, “*endodontic treatment*”, “*ultrasonic irrigation*”, “*passive ultrasonic irrigation*”, “*apical negative pressure irrigation*”, “*sodium hypochlorite*”, “*EDTA*”, “*chlorhexidine*”, “*chelator*”, “*hipoclorito de sódio*”, “*irrigação sónica*”, “*tratamento endodôntico*”, “*quelantes*” e “*insucesso em endodontia*”.

A pesquisa foi realizada entre janeiro de 2015 e junho de 2015 e considerava os seguintes critérios de inclusão: (1) artigos publicados nos últimos 30 anos, (2) em língua portuguesa e inglesa, (3) *free full texto* e (4) tipo de artigo: revisão narrativa, revisão sistemática, meta-análise, estudos observacionais e ensaios clínicos.

Foram ainda realizadas outras pesquisas tomando por base as referências bibliográficas dos artigos previamente identificados. No total foram consultados 89 artigos e 72 selecionados.

Por último, foram consultados livros e revistas científicas que abordam o tema na biblioteca da Universidade Fernando Pessoa e na biblioteca da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto.

2. Importância da desinfecção no sucesso do TENC

O tratamento endodôntico não cirúrgico (TENC) é composto por uma sequência de passos, nomeadamente, a cavidade de acesso, o preparo dos canais radiculares, a desinfecção e a obturação, sendo eles importantes para poder alcançar o sucesso do tratamento endodôntico (Alves, 2004).

O insucesso de um TENC pode definir-se como um tratamento que não alcançou um objetivo na sua totalidade ou então que ficou bastante abaixo dos níveis aceitáveis. Deste modo, o insucesso do tratamento endodôntico pode surgir quando (Hargreaves e Cohen, 2011):

- ✓ Há uma quebra de assepsia durante o tratamento;
- ✓ Há falha em eliminar uma infeção já estabelecida no sistema tridimensional de canais radiculares;
- ✓ Há microfiltração bacteriana.

Por sua vez, o sucesso do TENC depende maioritariamente da eliminação dos microrganismos do sistema tridimensional de canais radiculares conseguida através de uma instrumentação químico-mecânica. Existe uma correlação diretamente proporcional entre o sucesso de um TENC e a ausência de culturas bacterianas antes da obturação de um canal (Estrela *et al.*, 2014).

Segundo Gabardo *et al.* (2009), a preparação biomecânica é uma fase de extrema importância no tratamento endodôntico, desta forma conseguindo-se controlar a microflora pulpar e perirradicular, aumenta a probabilidade de solucionar a patologia.

Mediante a existência de novas técnicas de instrumentação combinadas com o uso de irrigantes efetivos, é importante referir a presença de bactérias contidas nos túbulos dentinários e canais laterais, tornando assim a efetividade antisséptica parcial e temporária (Hargreaves e Cohen, 2011).

No que diz respeito à técnica asséptica, antes do início de um tratamento endodôntico, será fundamental que todo o material envolvido tenha passado por um processo de desinfecção e/ou esterilização. Assim, o isolamento absoluto tem um papel fundamental na promoção e manutenção da preservação de assepsia durante o tratamento endodôntico. O seu uso contínuo e metódico, apresenta as seguintes vantagens (Endo, 2007):

- Barreira física ao extravasamento de saliva e /ou sangue;
- Diminuição do risco de infecção cruzada;
- Melhora a visibilidade do operador;
- Impede a deglutição de instrumentos e produtos químicos.

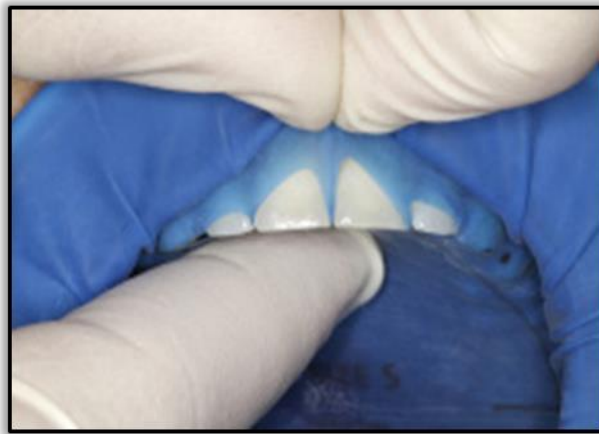


Figura 1 - Isolamento absoluto em dentes anteriores.
(Adaptado de <http://www.ivoclarvivadent.com/>)



Figura 2 - Isolamento absoluto em dentes posteriores.
(Adaptado de <http://www.ivoclarvivadent.com/>)

Portanto, é importante escolher a técnica de instrumentação e as soluções irrigantes adequadas de modo a neutralizar as bactérias e inativar as suas toxinas, para não interferirem no processo de cura, o que irá permitir uma melhor adaptação do material obturador e acentuação da ação da medicação intracanal, tornando-se assim essencial para o sucesso do tratamento endodôntico (Yamashita, *et al.*, 2003).

3. Principais irrigantes utilizados em Endodontia

A instrumentação do sistema de canais radiculares deve ser sempre acompanhada da utilização de soluções irrigantes, com ação antimicrobiana. Apesar dos avanços tecnológicos na capacidade de conformação dos canais radiculares, é sabido que aproximadamente 50% das superfícies do canal radicular permanecem por instrumentar. Isto acontece devido à complexidade anatômica, porque áreas como istmos, canais laterais e canais acessórios dependem apenas da ação de soluções de irrigação quimicamente ativas (Pretel *et al.*, 2011).

Desde logo, a irrigação torna-se necessária para remover os detritos e a smear layer criados durante a instrumentação e ajudar na lubrificação dos instrumentos. A smear layer é composta por material inorgânico e orgânico, ou seja, restos de dentina, tecidos pulpaes e bactérias. Esta camada bloqueia a entrada de soluções irrigantes para dentro dos túbulos dentinários, ficando as bactérias presentes nos túbulos livres da ação dos agentes antibacterianos (Kokkas, *et al.*, 2004).

Assim, Hargreaves e Cohen (2011) chegam à conclusão que as soluções irrigantes só desempenham corretamente as suas funções se permanecerem em padrões quimicamente aceitáveis. No Quadro n.º 1 encontram-se descritas as propriedades ideais de um irrigante.

Propriedades ideais de um irrigante	
✓	Ser bactericida ou bacteriostático, deve atuar contra fungos e esporos
✓	Baixa toxicidade, não deve ser agressivo para os tecidos perirradiculares
✓	Solvente de tecidos ou resíduos orgânicos e inorgânicos
✓	Apresentar baixa tensão superficial
✓	Deve permanecer estável em solução
✓	Não deve interferir no reparo dos tecidos periapicais
✓	Não deve manchar a estrutura dos dentes
✓	Não deve induzir uma resposta imune celular mediada
✓	Não deve ter efeitos adversos sobre a capacidade selante de materiais obturadores
✓	Eliminar a camada de resíduos dentinários
✓	Lubrificante
✓	Outros fatores: ser de aplicação simples, ter um tempo de vida adequado, ser de fácil armazenamento, ter um custo moderado e ter ação rápida e prolongada

Quadro 1 - Propriedades ideais de um irrigante (Adaptado de Hargreaves e Cohen, 2011).

Perante isto, Haapasalo *et al.* (2010) definiu os seguintes objetivos da irrigação:

1. **Arrastar**, ou seja, retirar os restos de dentina para evitar o tamponamento do canal radicular;
2. **Dissolução**, dissolver agentes orgânicos e inorgânicos do canal radicular, incluindo a camada de resíduos que se produz por ação dos instrumentos quer à superfície da dentina quer compactada no interior dos túbulos dentinários;
3. **Ação antisséptica ou desinfetante;**
4. **Lubrificante**, auxiliando como meio de lubrificação para a instrumentação do canal radicular;
5. **Ação branqueadora.**

Um estudo de Zehnder (2006), comparou diversos irrigantes endodônticos e chegou aos seguintes resultados:

Solução Irrigante	Ação sobre o biofilme endodôntico	Dissolução de tecido	Inativação de endotoxinas	Ação sobre smear layer	Potencial alergénico
Hipoclorito de sódio	++	+++	+	++ em compostos orgânicos	+
Clorohexidina	++	-	+	-	+
Ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA)	+	-	-	++ em compostos inorgânicos	-
Ácido cítrico	-	-	-	++ em compostos inorgânicos	-

Legenda: (-): ausente, (+): presente, (++) definitivamente presente, (+++): forte, SI: sem informação.

Quadro 2 - Quadro comparativo entre os irrigantes mais utilizados em Endodontia (Adaptado de Zehnder, 2006).

Resumidamente, os irrigantes endodônticos devem (Haapasalo *et al.*, 2010):

- ✓ Possuir um amplo espectro antimicrobiano sobre o biofilme de patógenos endodônticos;
- ✓ Devem dissolver restos de tecido pulpar;
- ✓ Evitar a formação de smear layer durante a instrumentação ou então dissolvê-la uma vez formada.

Assim, o uso combinado de soluções irrigantes, por exemplo NaOCl + EDTA, têm demonstrado evidências no que diz respeito, ao aumento do potencial de ação ao invés do uso individual de NaOCl (Clark-Holke *et al.*, 2003).

3.1. Agentes desinfetantes

3.1.1. Hipoclorito de sódio

O hipoclorito de sódio (NaOCl) foi utilizado pela primeira vez no final do século XVIII, em 1792, produzida por Percy, em Javel, cidade próxima de Paris e recebeu o nome de Eau de Javel ou água de Javel. Era uma solução composta por uma mistura de hipoclorito de sódio e potássio. Mais tarde em 1820, Labarraque, um químico francês, obteve o hipoclorito de sódio com teor de cloro ativo de 2,5% utilizando-o para desinfetar feridas (Zehnder *et al.*, 2002).

Entretanto, em plena Primeira Guerra Mundial, Dakin utilizando a solução de Labarraque, observou que, embora houvesse a desinfecção da ferida, a cicatrização ocorria muito lentamente, em consequência da alta concentração de hidróxido de sódio, resultando na irritação dos tecidos. Então, reduziu o teor de cloro para 0,5%, e tamponado com ácido bórico 0,4%, conseguiu reduzir o pH de 11 para 9. Esta solução ficou designada com o nome do autor, solução de Dakin, apresentava-se mais neutra, menos irritante e na mesma com ação desinfetante (Abarajithan *et al.* 2011).

Barret, em 1917, decidiu utilizar a solução de Dakin na irrigação de canais radiculares e obteve uma eficiência dessa solução como antisséptica. Coolidge empregou o NaOCl, corria o ano de 1919, e observou uma melhor limpeza e desinfecção dos canais radiculares. Em 1936, Walker propôs a utilização do hipoclorito de sódio a 5% para o preparo dos canais radiculares de dentes com polpas necrosadas, uma vez que auxiliava na descontaminação dos instrumentos e na manipulação mais eficaz dos canais radiculares (Estrela, 2000).

Por outro lado, Grossmann em 1943 aplicou no canal radicular NaOCl a 5% alternadamente com peróxido de hidrogênio a 3% e verificou que a reação entre as duas substâncias promovia efervescência com libertação de oxigênio, o que favorecia a eliminação de microrganismos e resíduos (Lopes e Siqueira, 2004).

Diversos estudos foram realizados na tentativa de avaliar os efeitos das soluções de hipoclorito de sódio na prática de Endodontia. Classificado como um composto halogenado, o hipoclorito de sódio é encontrado nas seguintes formulações (Leonardo, 2005):

- Líquido de Dakin: solução de NaOCl a 0,5% neutralizada por ácido bórico.
- Líquido de Dausfrene: solução de NaOCl a 0,5% neutralizada por bicarbonato de sódio.
- Solução de Milton: solução de NaOCl a 1% estabilizada por 16% de cloreto de sódio.
- Licor de Labarraque: solução de NaOCl a 2,5%.
- Soda clorada: solução de NaOCl de concentração variável entre 4 e 6%.
- Água sanitária: soluções de NaOCl a 2-2,5%.

O hipoclorito de sódio, segundo Siqueira (2000), é aquele que mais se aproxima das condições ideais devido à sua eficácia na eliminação de tecido vital e não vital e eliminar rapidamente bactérias, esporos, fungos e vírus, fazendo dele a solução irrigante mais utilizada na prática Endodôntica.

A efetividade do NaOCl é demonstrada pela boa atividade antimicrobiana, nomeadamente em casos de dentes com polpa necrosada, mas é altamente tóxico para os tecidos periapicais. O efeito antimicrobiano do NaOCl é proporcional à concentração, desta forma alguns estudos mencionam que a concentração ideal do NaOCl está no intervalo entre 0,5% a 5,5% (Vianna *et al.*, 2004).

Porém, tem sido defendido a utilização de soluções de NaOCl com concentrações mais baixas, porque se lhes aumentarmos a temperatura, os efeitos podem ser os mesmo que as soluções de concentrações mais elevadas, diminuindo riscos e toxicidade (Gahiva e Siqueira, 2001).

A aplicação de NaOCl no sistema tridimensional de canais gera (Marending *et al.*, 2007):

- ✓ A dissolução de tecido pulpar, acabando por ajudar na limpeza endodôntica;
- ✓ Um efeito antisséptico por libertação do ião cloro e do ião oxigénio;
- ✓ A sua redução gera a forma de produtos não tóxicos;
- ✓ Ação mecânica arrastando para o exterior produtos sólidos e semi-sólidos presentes no canal radicular.

Do mesmo modo, a smear layer produzida pela ação direta dos instrumentos endodônticos sobre as paredes do sistema tridimensional de canais é importante ser removida, especialmente em dentes com polpa necrosada, devido à presença de microrganismos nos túbulos dentinários. Os seus constituintes aderem às paredes do canal, bloqueando a entrada de soluções irrigantes para o interior dos túbulos dentinários (Hariharan *et al.*, 2010).

Deste modo, torna-se necessário, para todos os casos, a utilização de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) 17% após o preparo biomecânico, a fim de promover melhor limpeza das paredes dos canais radiculares. O EDTA tem ação de dissolver tecidos mineralizados e promover a efetiva remoção da smear layer, promovendo um selamento hermético do canal radicular (Vianna *et al.*, 2004).

Uma grande questão relativa a NaOCl é a instabilidade química. Uma solução de NaOCl apresenta decréscimos significativos de concentração quando armazenada em condições inadequadas ou, quando o recipiente durante o uso é frequentemente aberto. Por serem instáveis, perdem eficiência com exposição à luz e quando armazenadas por longos períodos de tempo. O NaOCl deve ser armazenado em vidro, manipulado ao abrigo de luz, à temperatura ambiente e tem validade por 3 meses (Sassone *et al.*, 2003).

Em Endodontia, o NaOCl não deverá ser injetado com muita pressão ou muito próximo ao forâmen apical para que não ocorra extrusão para os tecidos perirradiculares, causando danos, muitas vezes, irreversíveis. No entanto, existem outros cuidados a ter com o NaOCl (Haapasalo *et al.*, 2005):

- A ingestão pode causar corrosão nas membranas mucosa, perfuração gástrica e esofágica e edema de laringe;
- A inalação pode causar irritação brônquica severa e edema pulmonar;
- O contato prolongado com a pele pode causar irritações.

Posto isso, a seguinte tabela apresenta algumas vantagens e desvantagens da utilização do NaOCl:

Vantagens	✓ Agente antimicrobiano (elimina bactérias Gram positivas e Gram negativas e fungos)
	✓ Destroi biofilmes microbianos
	✓ Dissolução de tecidos necrosados/pulpaes vitais
	✓ Agente proteolítico
	✓ Fácil obtenção
	✓ Baixo custo
Desvantagens	✓ Provocar reações tecidulares quando injetado para além do ápice radicular
	✓ Instável ao armazenamento
	✓ Efeitos deteriorantes na composição química da dentina
	✓ Cheiro e sabor desagradável
	✓ Pode ter associação com efeitos alérgicos

Quadro 3 - Vantagens e desvantagens do NaOCl (Adaptado de Kalfas *et al.*, 2001).

3.1.2. Clorhexidina

A clorhexidina (CHX) foi desenvolvida nos anos 40 pela Indústria Química Imperial na Inglaterra e introduzida no mercado em 1954 como um antisséptico para ferimentos na pele. Esta substância foi inicialmente utilizada na Medicina Dentária na desinfecção pré-cirúrgica e na Endodontia (Addy e Moran, 2000).

A CHX é composta por dois anéis quatro-clorofenil simétricos e dois grupos bisguanida, ligados por uma cadeia central de hexametileno. É uma molécula básica e estável com um sal, o sal de digluconato de CHX que por sua vez, é facilmente solúvel em água (Hargreaves e Cohen, 2011).

É um agente antisséptico com ação bactericida e bacteriostática, o que levou alguns investigadores a propô-la como solução irrigante. Contudo, tem uma citotoxicidade inferior ao NaOCl, e por outro lado é incapaz de dissolver tecido orgânico, o que mostra que não o pode substituir (Haapasalo *et al.*, 2005).

Segundo Estrela *et al.* (2003), a atividade da CHX é explicada pela conexão entre a sua natureza catiónica e o composto aniónico na superfície bacteriana. Desta forma, a CHX ataca os conteúdos citoplasmáticos da bactéria, fazendo aumentar a permeabilidade da parede celular, levando à perda do equilíbrio osmótico, o que origina a lise celular.

Deste modo, a CHX apresenta um amplo espectro de ação, possuindo forte atuação contra um grande número de microrganismos: Gram positivas e Gram negativas, fungos, anaeróbios facultativos e aeróbios. Entretanto, algumas bactérias resistentes, como o *Enterococcus faecalis*, e fungos, como a *Candida albicans*, são alvos da ação antimicrobiana da CHX (Mohammadi e Abbott, 2009).

Assim, a CHX tem sido utilizada na medicina dentária como solução irrigante e medicação intracanal por ação residual (substantividade), isto é, quando se ligar à hidroxiapatite do esmalte ou dentina e a grupos aniónicos ácidos de glicoproteínas, ela é libertada lentamente à medida que a sua concentração decresce no meio, permitindo que atua durante mais tempo. Além disso, durante as fases do tratamento endodôntico, a CHX é também importante na desinfecção do campo operatório, na instrumentação dos canais, na preparação química-mecânica, na desinfecção dos cones de guta-percha, aquando da obturação e/ou retratamento (Gomes *et al.*, 2013).

Entretanto, é considerada a solução irrigante de eleição, quando o paciente apresenta alergia ao NaOCl. Está indicada no tratamento de dentes com polpa necrosada associada à rizogénese incompleta, onde se observa grande risco de extravasamento apical da solução química e nos casos em que os microrganismos são resistentes ao tratamento endodôntico (Lopes e Siqueira, 2004).

Embora a CHX seja aceite como menos abrasiva em relação ao NaOCl, têm sido descritas irritações a nível cutâneo, podendo o seu efeito citotóxico em osteoblastos humanos prejudicar o potencial regenerativo dos tecidos periapicais. A sua utilização como creme e elixir oral podem causar descoloração na língua, nos dentes e nas restaurações, além de poder ocorrer excesso de salivação (Câmara *et al.*, 2010).

Resumindo, o quadro seguinte mostra as vantagens e desvantagens da utilização da CHX:

Vantagens	✓ Eficiente atividade microbiana em bactérias e fungos
	✓ Substantividade
	✓ Menos abrasiva que o NaOCl
	✓ Pode aplicar-se em todas as fases do tratamento endodôntico
Desvantagens	✓ Incapacidade de dissolver tecidos orgânicos
	✓ Associada a irritações a nível cutâneo

Quadro 4 - Vantagens e desvantagens da CHX (Adaptado de Estrela, 2000).

Por último, o quadro seguinte mostra alguns estudos sobre a ação da CHX na desinfecção do sistema tridimensional de canais em função da concentração:

Autor	Tipo	Dias	Concentração	Resultado	Indicação
Almyroudi et al., 2002	<i>In vitro</i>	14	1%	Eficiente	Medicação Intracanal
Komorowski et al., 2000	<i>In vitro</i>	7	0,2%	Eficiente	Solução Irrigante
Kuruvilla e Kamath., 1998	<i>In vitro</i>	3	0,2%	Eficiente	Solução Irrigante
Lenet et al., 2000	<i>In vitro</i>	1	2%	Eficiente	Medicação Intracanal
Siqueira Jr e Uzeda., 1997	<i>In vitro</i>	7	0,12%	Eficiente	Medicação Intracanal
White et al., 1997	<i>In vitro</i>	3	2%	Eficiente	Solução Irrigante

Quadro 5 - Indicação da CHX em função da concentração (Adaptado de Almyroudi et al., 2003).

Por fim, conforme referido anteriormente, o NaOCl tem como principais características a atividade antimicrobiana e a capacidade de dissolução de tecidos. Por outro lado, a clorexidina tem como principais vantagens a biocompatibilidade, substantividade, e atividade contra os microrganismos encontrados nas infecções endodônticas. Na busca pelo benefício de ambas as características de cada um dos irrigantes levou ao uso combinado dos mesmos, potencializando o efeito (Lopes e Siqueira, 2004).

Porém estudos vêm demonstrando que esse uso combinado pode causar uma interação química entre os irrigantes, com formação de um precipitado. Esse precipitado designado por paracloroanilina (PCA), é uma camada de cor castanha-avermelhada, que se deposita nos túbulos dentinários, especialmente nos terços cervical e médio, levando à sua obstrução (Câmara et al., 2010).

Segundo Haapasalo *et al.* (2010), a formação deste precipitado pode ser explicado pela reação ácido-base que ocorre quando há interação entre esses irrigantes e afirma que a paracloroanilina é um produto tóxico e carcinogéneo.

Assim, o uso combinado de NaOCl e CHX terá de ser feito de forma intercalado por um outro irrigante, EDTA ou álcool. Desta forma, o canal fica limpo e seco de modo, a que os irrigantes nunca se misturem dentro do canal radicular (Gomes *et al.*, 2013).

3.2. Agentes Quelantes

A quelação é um fenómeno físico-químico pelo qual determinados iões metálicos são retirados dos complexos moleculares, sem constituir uma união química com a substância quelante (Zehnder, 2005).

As soluções quelantes estão indicadas para a preparação biomecânica de canais atresados ou calcificados e são inócuas para os tecidos apicais e periapicais (Estrela *et al.* 2003).

Apesar dos excelentes resultados obtidos na limpeza de canais radiculares, estão mais indicados como solução de irrigação auxiliar no alargamento dos canais obstruídos com dentina, calcificados ou ambos. Desta forma, permite a remoção do componente inorgânico da smear layer e dos detritos produzidos pela instrumentação, o que permite o livre acesso das substâncias desinfetantes, como o NaOCl, ao sistema tridimensional de canais radiculares (Marending *et al.*, 2007).

3.2.1. Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético

O ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) é um agente quelante que reage com iões de cálcio dos cristais de hidroxiapatite da dentina, deixando-a amolecida e solúvel, descalcificando-a em 5 minutos (Hülsmann *et al.*, 2003).

Foi em 1957 que Östby descreveu pela primeira vez o uso deste quelante em Endodontia. Através das suas investigações clínicas e histológicas, chegou à conclusão que facilitava o alargamento do canal (Zehnder, 2005).

O EDTA a 17% é uma das soluções irrigantes mais utilizada no tratamento endodôntico. O seu objetivo é preparar mecanicamente o canal e remover a smear layer, permitindo assim, uma melhor adesão e adaptação dos materiais obturadores nas paredes dentinárias (Marending *et al.*, 2007).

Ao contrário do NaOCl, o EDTA não possui atividade bacteriostática significativa, ou seja, atua apenas ao nível dos cátions da membrana celular das bactérias Gram-negativas, destabilizando-as. O EDTA devido à sua propriedade de limpeza consegue destacar o biofilme bacteriano que fica aderido às paredes dos canais radiculares. Porém, não é um agente bactericida forte e geralmente não tem efeito em espécies Gram-positivas (Câmara *et al.*, 2010).



Figura 3 - Túbulos dentinários sem smear layer após aplicação de EDTA a17% (Adapatado de Syed *et al.*, 2013).

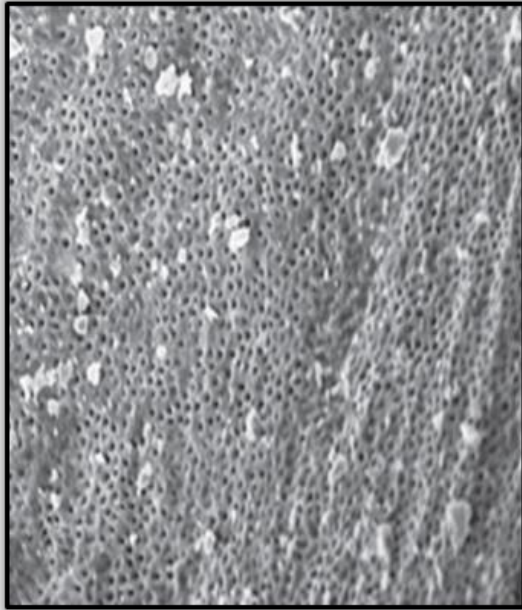


Figura 4 - Túbulos dentinários cobertos de smear layer (Adapatado de Syed *et al.*, 2013).

Hoje em dia, está comprovado a importância do uso combinado de EDTA seguido de NaOCl. Ora, o forte poder antimicrobiano do NaOCl combinado o efeito limitado do EDTA vai aumentar a capacidade de limpeza das partículas inorgânicas e remover grande parte da *smear-layer* das paredes do canais. É de referir que a exposição prolongada de EDTA enfraquece o remanescente dentário causando erosão dos túbulos dentinários (Zhang *et al.*, 2010).

Por fim, o EDTA apresenta as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens	✓ Ajuda a limpar e desinfetar e elimina smear-layer
	✓ Permeabilização da dentina
	✓ Facilita a ação da medicação intracanal dentro do canal e túbulos dentinários
	✓ Promove melhor a adesão do material obturador
Desvantagens	✓ Exposição prolongada enfraquece o remanescente dentário causando erosão dos túbulos dentinários

Quadro 6 - Vantagens e desvantagens do EDTA (Adapatado de Goldberg e Abramovich, 2002).

3.2.2. Ácido Cítrico

O ácido cítrico é um sal orgânico (ácido 2-hidroxiopropano tricarbóxico), sólido, cristalino, quando à temperatura ambiente é muito solúvel em água, que atua sobre os tecidos mineralizados do dente, promovendo a sua desmineralização. É também um agente quelante sendo frequentemente empregue na remoção do smear layer, após o preparo biomecânico do canal radicular (Zehnder, 2006).

Não existe consenso na literatura quanto à concentração do ácido cítrico, está descrito que a concentração deverá situar-se entre 1 e 50%, no entanto, existem alguns autores que dão preferência às soluções de menores concentrações, entre 10% e 20% (Yamaguchi *et al.*, 1996).

O efeito anti bacteriano do ácido cítrico está relacionado com o seu baixo pH (1,45 a 1,5), deste modo, promove a desnaturação de proteínas e enzimas. Porém esse pH ácido pode ter um efeito adverso ao tecido perirradicular, ou seja, quando mal utilizado pode ter efeito citotóxico (Haapasalo *et al.*, 2014).

O ácido cítrico pode ser usado sozinho ou em combinação com outros irrigantes, contudo, tal como o EDTA, não deve ser misturado com a Clorohexidina. Quando misturado com o NaOCl, irá interagir e reduzir o cloro presente na solução, em consequência, a solução irá perder o seu efeito, tornar-se ineficaz contra as bactérias (Hargreaves e Cohen, 2011).

Todavia, segundo Yamaguchi *et al.* (1996), propuseram o ácido cítrico como um irrigante substituto do EDTA, mas notaram que um dos principais problemas deste agente irrigante é o seu baixo pH, tornando-se mais ácido e biologicamente menos aceitável, enquanto o EDTA tem um pH, aproximadamente, neutro. Mas desde que, corretamente utilizado isso não tem implicações clínicas, pois não contacta com os tecidos perirradiculares.

3.3 Álcool

Os álcoois têm sido utilizados em Endodontia, devido à incapacidade do NaOCl em penetrar e limpar áreas confinadas do sistema de canais radiculares. O álcool é utilizado como irrigante final com os seguintes objetivos (Yuan *et al.*, 2014):

- Secar os canais;
- Diminuir a tensão superficial dentro do canal;
- Permitir uma melhor difusão e extensão do material obturador.

A ação antimicrobiana deste irrigante ainda não está completamente compreendida, contudo a explicação mais plausível encontra-se no facto de desnaturar proteínas e solubilizar lípidos, desencadeando a rotura das membranas celulares (Zehnder *et al.*, 2006).

Contudo, existem na literatura, alguns relatos da eficácia do álcool na ação antimicrobiana, contra bactérias, leveduras, fungos e alguns vírus, mas no que se refere a esporos bacterianos este agente químico possui pouco efeito (Narayanan *et al.*, 2010). Além das características anteriormente mencionadas, os álcoois apresentam ainda (Hülsmann *et al.*, 2003):

- Boa solubilidade na água e nos lípidos;
- Estabilidade;
- Baixa toxicidade.

Deste modo, as soluções concentradas de álcoois de 70% a 90% desempenham um papel crucial quando utilizadas como irrigantes finais, por conseguirem eliminar restos de outros químicos, secar o canal e principalmente melhorar a adesão do material obturador às paredes dentinárias do sistema tridimensional de canais, sendo apenas utilizados em pequenas quantidades (1 a 2 ml por canal) (Yuan *et al.*, 2014).

Assim, Zehnder *et al.* (2006), descreveu as seguintes vantagens e desvantagens do álcool:

Vantagens	✓ Atividade microbiana
	✓ Boa solubilidade com água e nos lípidos
	✓ Ajuda na penetração e adesão do material obturador
	✓ Baixa toxicidade
	✓ Estabilidade
Desvantagens	✓ Fraco efeito contra esporos bacterianos

Quadro 7 - Vantagens e desvantagens do álcool (Adaptado de Zehnder, 2006).

4. Sistemas auxiliares de irrigação em Endodontia

4.1. Irrigação Dinâmico Manual

Esta técnica de irrigação dinâmica manual (IDM) consiste na inserção repetida do cone principal de guta-percha bem ajustado ao canal, e previamente instrumentado. De seguida, são aplicados ao cone 100 movimentos curtos e suaves durante 1 minuto, criando um efeito hidrodinâmico e a ativação do irrigante junto do comprimento de trabalho (CT) (Andrabi *et al.*, 2014).

Recentemente, estudos feitos por McGill *et al.* (2008) demonstraram (ver gráfico 1) que a IDM era significativamente mais eficaz que o sistema de irrigação dinâmica automatizado (RinsEndo; Durr Dental Co, Bietigheim-Bissingen, Alemanha) e que a irrigação estática.

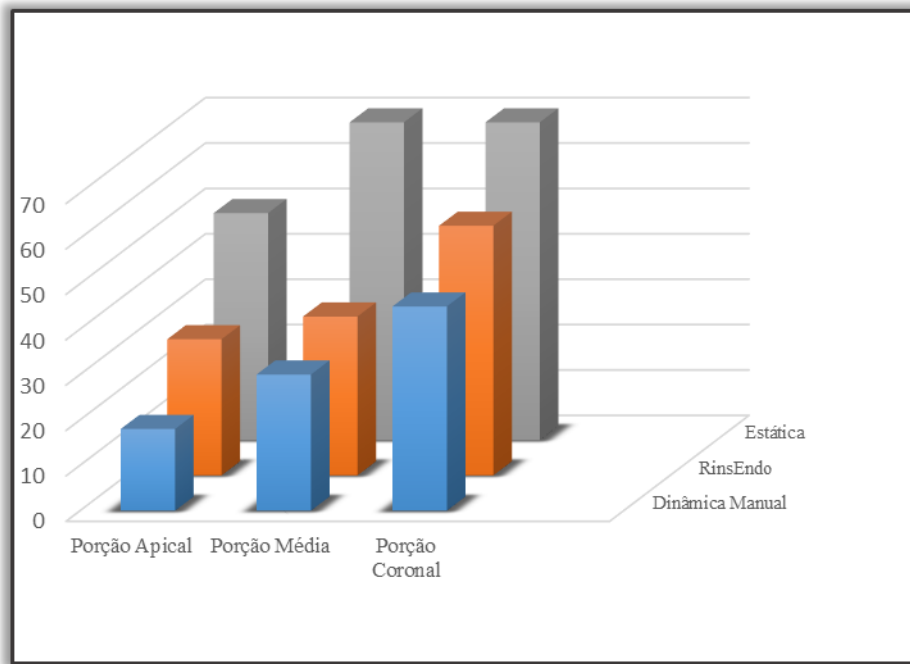


Gráfico 1 - Percentagem de cobertura colagénio residual na superfície de um canal em diferentes níveis (apical, média, coronal) após irrigação com a agulha colocada a 4 mm do CT e ápice fechado em modelos *ex vivo* (Adaptado de (McGill *et al.*, 2008).

Assim, através do seu estudo, McGill *et al.* (2008) concluíram que a conclusão que:

- a) O movimento de “push-pull” (empurrar-puxar) da ponta de guta-percha, bem ajustada ao canal, gera maiores mudanças de pressão intra-canal, aumentando a eficácia do irrigante nas superfícies que até então não tinha reagido;
- b) A frequência do movimento de “push-pull” da ponta da guta-percha (3,3 Hz, 100 movimentos por cada 30 segundos) é maior do que a frequência (1,6 Hz) da pressão hidrodinâmica gerada por RinsEndo, eventualmente devido ao aumento da turbulência dentro canal.

Por último, Gu *et al.* (2009) consideram que esta técnica de inserção repetida de guta-percha pode ser útil no rompimento de bolhas de ar localizadas entre 0 e 2 mm do ápice (efeito *vapor lock*) e McGill *et al.* (2008) afirmam ainda que a IDM tem sido descrito como uma técnica rentável na limpeza das paredes de todo o canal radicular.

4.2. Irrigação por Pressão Apical Negativa (EndoVac)

O sistema EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA) foi introduzido no mundo da Endodontia em 2007. O seu mecanismo consiste numa ponta de sucção ligada a uma seringa contendo o irrigante e uma cânula de aspiração de alta velocidade. Usando uma combinação de uma macro e uma micro-cânula unidas ao sistema de sucção, o irrigante introduzido na câmara pulpar é puxado por pressão negativa do fundo canal para dentro da ponta da cânula e removido pela mangueira de aspiração colocado junto da coroa (Nielsen e Craig, 2007).

Assim, o sistema EndoVac contrariamente às técnicas de pressão positiva, permite a colocação do irrigante em segurança próximo do CT sem prejuízo para os tecidos perirradiculares (Siu e Baumgartner, 2010).



Figura 5 - Irrigação por pressão apical positiva (Adaptado de Schoeffel, 2008).

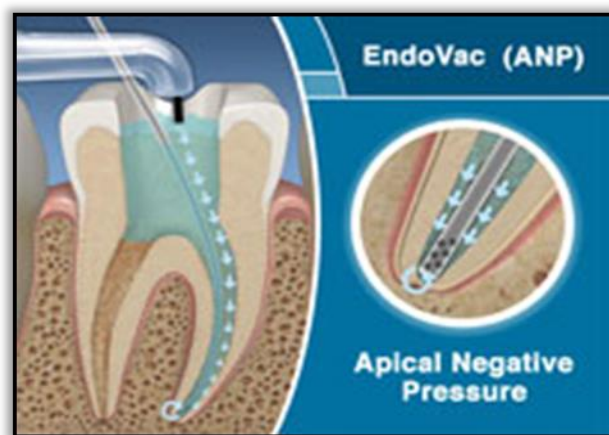


Figura 6 - Irrigação por pressão apical negativa (Adaptado de Schoeffel, 2008).

O EndoVac é composto por dois componentes (Adaptado de Shin, *et al.*, 2010):

1. Uma macro-cânula colocada à entrada da camara pulpar, tem capacidade de remover grandes detritos;
2. Uma micro-cânula colocada junto do CT, permite a remoção de detritos na região apical.

A “macro-cânula” é feita de polipropileno azul transparente que encaixa numa peça de mão de titânio. Utilizada para "lavar à pressão" os dois terços coronais do sistema de canais, é colocada o mais dentro possível no canal. Assim que o fluxo é interrompido significa que os detritos estão a obstruir a “macro-cânula”, logo é necessário removê-los da ponta e recomeçar novamente o processo. Isto irá garantir a remoção completa de todos os restos de dentina dos dois terços coronais, ao qual poderiam comprometer o funcionamento adequado da “micro cânula” (Schoeffel, 2008).

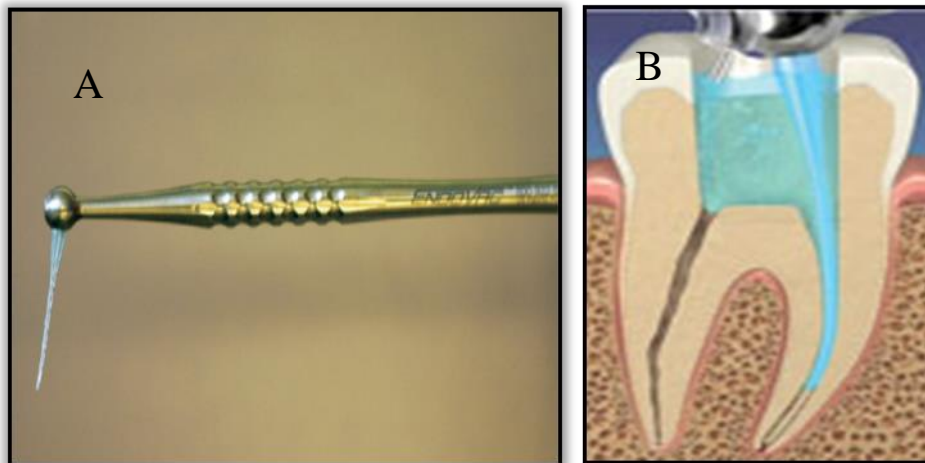


Figura 7 e 8 – Macro-cânula do sistema EndoVac (Adaptado de Schoeffel, 2008).

O segundo componente do sistema EndoVac é mais importante, a “micro-cânula”. Esta mede 0,32 mm de diâmetro, possui uma ponta esférica fechada que serve de guia e 12 micro furos nos últimos 0,7 mm. Os micros furos servem para puxar os irrigantes a 0,2 mm do CT lentamente (ver figura 9), evitando assim o seu entupimento. A “micro-cânula” cria um sistema de micro filtração, mas para tal acontecer o canal deve de estar instrumentado até à lima ISO 35, de forma a aumentar a efetividade (Adapatado de Miller e Baumgartner, 2010).

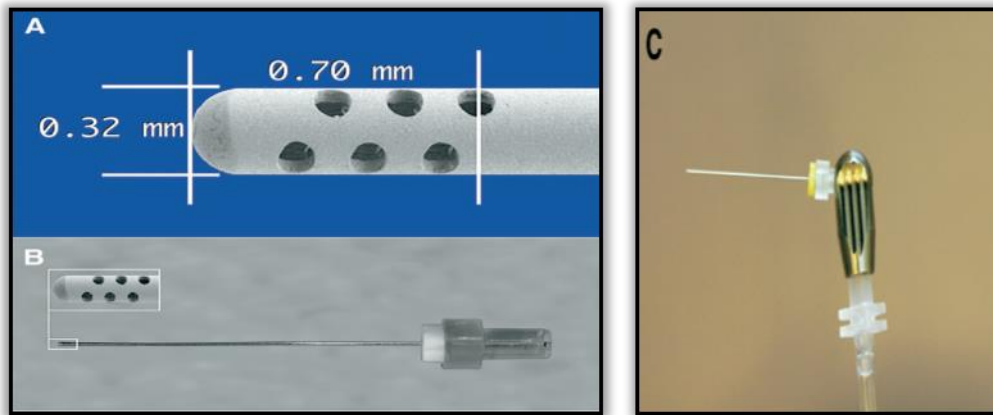


Figura 9 e 10 – Micro-cânula do sistema EndoVac (Adaptado de Nielsen e Baumgartner, 2007).

Comparativamente, o sistema EndoVac quando comparado com agulhas de irrigação apresenta algumas vantagens. O EndoVac por gerar pressão apical negativa tem a capacidade de levar grandes quantidades de irrigante próximo de CT, apresentando um reduzido risco de extrusão de irrigantes nos capilares ou mesmo no seio maxilar. Assim o EndoVac acaba por proporcionar uma melhor na limpeza, desinfecção e segurança diminuindo o risco associado à irrigação perto do ápice (Mitchell *et al.*, 2010).

4.3. Irrigação Sónica (EndoActivator)

Em 1985, Tronstad em 1985 foi o primeiro a mencionar a utilização de um instrumento sónico em Endodontia. A irrigação sónica funciona de forma a gerar um padrão de oscilação da agulha característico com um *node* (zona de amplitude mínima de oscilação), localizado perto da fixação da lima, e um *antinode*, localizado na ponta livre da mesma, onde a vibração é máxima (Lea *et al.*, 2010).

O Sistema EndoActivator (Dentsply/Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) foi introduzido de forma a melhorar a fase de irrigação. Este sistema de irrigação canal de condução sónica é composto por uma peça de mão portátil e 3 pontas descartáveis de polímero de diferentes tamanhos (Tronstad *et al.*, 1985).

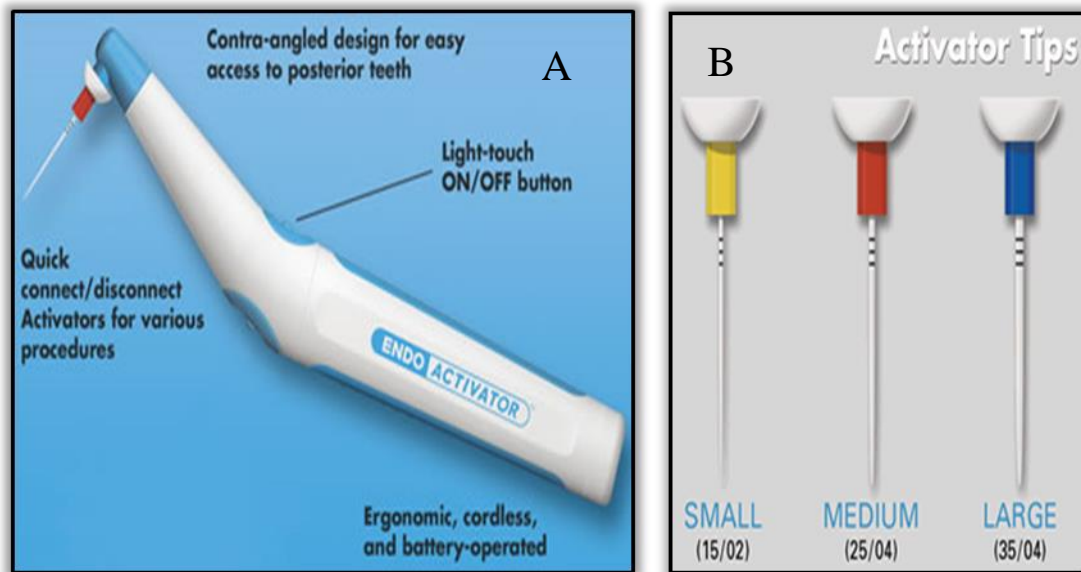


Figura 11 e 12 - Peça de mão portátil e as 3 pontas descartáveis do EndoActivator (Adaptado de <http://endoactivator.com>).

O design do EndoActivator permite a ativação segura de diversos reagentes intracanales e produz a agitação vigorosa do fluído intracanal. Dizem De Gregorio *et al.* (2009) que este dispositivo sónico parece ser mais eficaz na remoção de bactérias e smear layer a 4,5 e 2 mm do CT do que a agulha de irrigação convencional. Em conjunto com um agente desmineralizante, EDTA, este sistema consegue remover aglomerados de biofilme em canais curvos de dentes molares.

Segundo Ahmad *et al.* (1987), a irrigação sónica é diferente da irrigação ultrassónica porque opera numa frequência mais baixa (1-6 kHz), mas gera, significativamente, maior amplitude, ou seja, maior movimento de volta-e-vem na ponta da lima.

Embora a literatura encare a irrigação sónica eficaz na desinfecção dos canais, vários autores consideram-na inferior à ultrassónica, por não gerar vibrações acústicas nem criar efeito de cavitação. No entanto, uma vantagem da utilização sónica é não produzirem cortes e desvios na dentina radicular (Lea *et al.*, 2010).

4.4. Irrigação ultrassônica passiva (IUP)

Os dispositivos ultrassônicos foram introduzidos pela primeira vez na Endodontia por Richman em 1957. A irrigação ultrassônica opera numa frequência alta (25-30 KHz), mas de baixa amplitude (Van Der Sluis *et al.*, 2007).

Os ultrassons criam quer cavitação quer ondas acústicas pequenas e estão restritos ao elemento vibratório. A cavitação acústica pode ser definida como a criação de novas bolhas ou contração, expansão e/ou distorção de bolhas preexistentes. Desta forma, o irrigante é ativado pela energia ultrassônica transmitida a partir dos instrumentos energizados, produzindo um fluxo acústico e turbilhões (Huffaker *et al.*, 2010).

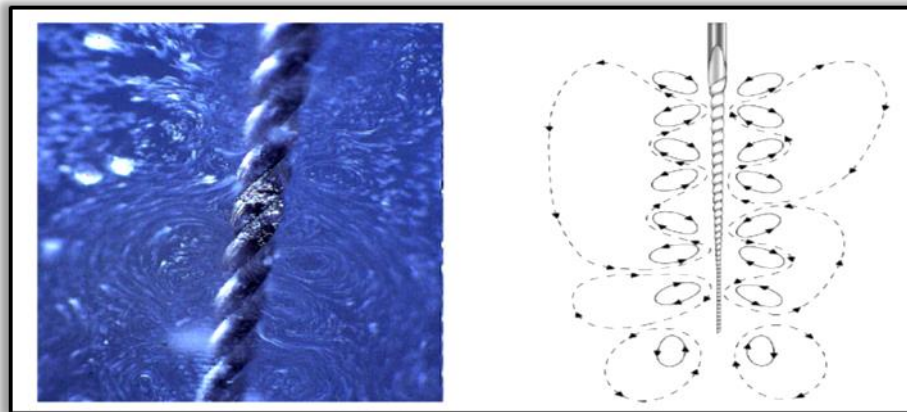


Figura 13 - Movimento acústico à volta da lima (esquerda) e desenho esquemático (direita) (Adaptado de Van Der Sluis *et al.*, 2007).

A Irrigação Ultrassônica Passiva (IUP) baseia-se na transmissão de energia acústica ao longo de uma lima, colocada no centro do canal radicular e o mais próximo possível da região apical. A vibração irá permitir que ao irrigante flua, de modo a aumentar a temperatura e a efetividade do irrigante (Van Der Sluis *et al.*, 2005).

A IUP foi descrita pela primeira por Weller, no entanto, o termo "passiva" não descreve adequadamente o processo, uma vez que, a irrigação é ativa, ou seja, o termo "passiva" está sim relacionado com a ação "não cortante" da lima ativada ultrassonicamente (Jiang *et al.*, 2011).

No entanto, a IUP pode potenciar perfurações laterais ou "striping" por desgaste excessivo e descontrolado da parede interna do canal (Huffaker *et al.*, 2010).

O movimento acústico da lima resulta numa forte corrente produzida ao longo do instrumento ativado. No entanto, o número de vezes que a lima toca nas paredes do canal deve ser mínimo, de forma a não diminuir a eficácia da IUP (Lee *et al.*, 2004).

Por outro lado, Ahmad (1997) diz que a eficiência da limpeza poderá ser diferente ao longo do canal radicular, uma vez que a corrente acústica será mais intensa na secção apical da lima.

Por último, no que se refere à desinfecção, estudos feitos por Lee *et al.* (2004) mostraram que a IUP em combinação com o NaOCl é mais eficaz do que a irrigação convencional na remoção de smear layer, restos pulpares e bactérias do canal radicular. A produção de cavitação gera o enfraquecimento da membrana celular, fazendo com que as bactérias se tornem mais permeáveis ao NaOCl. Deste modo, Huque *et al.* (1998) conclui dizendo que, quanto maior a concentração de NaOCl maior é a sua eficácia durante a IUP.

III. DISCUSSÃO

O propósito desta tese foi comparar quatro sistemas auxiliares de irrigação, no que diz respeito, à sua efetividade, ou seja, limpeza e desinfecção do canal e à sua extrusão de NaOCl para os tecidos perirradiculares.

A comunidade endodôntica é unânime relativamente ao benefício da irrigação durante a fase de preparo do canal radicular. No entanto, alguns estudos mostram que não existe consenso, no que diz respeito quer à quantidade quer ao tempo de aplicação da solução irrigante, contudo Ballal *et al.* (2009), asseguram que quanto maior for o volume maior a limpeza do canal.

Após a instrumentação, o biofilme e seus derivados permanecem dentro de istmos, canais laterais e canais acessórios, assim, Rocas e Siqueira (2011) afirmam que o NaOCl, a CHX e o EDTA são as soluções irrigantes que melhor desempenham a função de remoção destes detritos, desinfecção e desbridamento do canal.

A seringa e agulhas convencionais endodônticas são um sistema de irrigação que mais se utiliza em todo o Mundo, no entanto, este modo de irrigação pode gerar o efeito *vapor lock* dificultando a penetração e a eficácia das soluções irrigantes. Assim, foram propostos diversos sistemas auxiliares de irrigação, incluindo agitação de limas manuais, cones de guta-percha, instrumentos de plástico e dispositivos sônicos e ultrassônicos, de forma a melhorar a eficácia dessas mesmas soluções, principalmente no terço apical (2) (Gu *et al.*, 2009).

1. Comparação da Efetividade

1.1. EndoVac vs. Irrigação dinâmica manual (IDM)

No estudo apresentado por Parente *et al.* (2010) foi demonstrado que o EndoVac é melhor que IDM, no que diz respeito à desinfecção e limpeza do canal radicular. Ele afirma que a colocação da macro-cânula no terço médio do canal seguido da micro-cânula na extremidade apical permite a aspiração do irrigante em termos de volume e fluxo, suficientes para remover camadas de smear layer e detritos. Por outro lado, na IDM o deslocamento no sentido coronal do cone de guta-percha, seguida de irrigação por pressão positiva pode resultar na retenção de detritos ao longo de todo o canal, principalmente no terço apical, podendo gerar nova camada de smear layer. Os resultados obtidos por Sel-D e Hashem (2011) foram os mesmos, e demonstram que o sistema de irrigação EndoVac é significativamente mais eficiente do que IDM, na remoção de detritos a 1 mm do CT, mas a 3 mm a diferença não era significativa.

1.2. IUP vs. EndoActivator (EA)

Merino *et al.* (2013) mencionam que, mesmo em canais curvos, IUP foi mais eficaz na ativação do irrigante em CT do que o EA. A possível explicação para este resultado podem estar relacionado com a intensidade mais baixa de 0,166 kHz gerada pelo EA comparado com 30 KHz gerado por IUP (180 vezes mais). A mesma ideia é defendida por Van Der Sluis *et al.* (2007) e diz que irrigação sônica demonstrou ser menos eficaz que a ultrassônica, devido a uma menor frequência, resultando num reduzido fluxo acústico.

1.3 IDM vs. IUP

Tanto a IUP como a IDM pode ser visto como auxiliares importantes na remoção de smear layer. No entanto, a utilização cones de guta-percha em IDM, segundo Andrabi *et al.* (2014), pode ser mais eficaz, porque não apresenta risco de cortes nas paredes do canal. Além disso, a IDM é uma técnica simples e boa relação custo-eficiência.

2. Comparação da extrusão de NaOCl

2.1. EndoVac vs. EndoActivator

Segundo Yost *et al.* (2015), o uso EndoActivator, em determinadas circunstâncias, pode criar complicações para o paciente comparativamente com o sistema de pressão negativa apical, como o EndoVac. As seguintes imagens mostram as diferenças de extrusão dos dois sistemas.



Figura 14 - Extrusão de NaOCl com o EndoVac (Adaptado de Law, 2013).



Figura 15 - Extrusão de NaOCl com o EndoActivator (Adaptado de Law, 2013).

O estudo feito Law *et al.* (2013) apresenta as mesmas conclusões, refere que o EndoActivator é mais propenso à extrusão, podendo o EndoVac ser usado como primeira escolha, no que diz respeito à Endodontia regenerativa.

2.2. EndoVac vs. IDM vs. EndoActivator vs. IUP

O estudo apresentado por Desai e Himel (2009) é sem dúvida aquele que melhor retrata a segurança dos diferentes sistemas. Eles concluíram que no sistema EndoVac não houve qualquer extrusão apical e que todo o irrigante foi aspirado. Embora no sistema EndoActivator houvesse extrusão de irrigante, o volume foi muito pequeno, e que clinicamente não tinha significado. Os restantes sistemas, a IDM e IUP, apresentaram quantidades maiores de extrusão em comparação com o EndoVac e o EndoActivator.

É importante referir que nenhum dos sistemas auxiliares de desinfecção referidos neste trabalho é totalmente eficaz quer na limpeza e desinfecção quer na segurança de extrusão de NaOCl. No entanto, com as limitações destes estudos, concluímos que, em canais mais amplos, calibres apicais elevados e sem curvaturas, o sistema mais indicado é o EndoVac.

IV. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi uma revisão bibliográfica acerca de diferentes sistemas auxiliares de desinfecção irrigação em Endodontia. Foram comparados quatro sistemas, na qual foram utilizados dois critérios de avaliação, a efetividade (desinfecção e limpeza) e a segurança (extrusão de NaOCl).

Os microrganismos desempenham um papel importante na etiologia e manutenção de infecções endodônticas. Assim a população microbiana deverá ser eliminada durante o preparo biomecânico por meio da ação mecânica dos instrumentos endodônticos, pelas propriedades físico-químicas e antimicrobianas das soluções irrigantes (Câmara *et al.*, 2010).

A irrigação durante o tratamento endodôntico é fundamental para se conseguir obter uma limpeza e desinfecção adequada do sistema tridimensional de canais radiculares. Hoje em dia, o irrigante endodôntico mais utilizado é o NaOCl, devido à capacidade de dissolver matéria orgânica e à capacidade bactericida (Hargreaves e Cohen, 2011).

No entanto o uso combinado de uma solução de EDTA com NaOCl é mais eficaz na remoção de microrganismos e smear layer, em comparação com a utilização isolada de NaOCl (Câmara *et al.*, 2010).

No que se refere a este trabalho propriamente dito, o EndoVac é um sistema que demonstra ser, significativamente, mais eficaz na limpeza das superfícies do canal radicular, terço apical, terço médio e terço coronal (Nielsen e Baumgartner, 2007).

No que diz respeito, à extrusão de irrigantes, o sistema EndoVac, através dos trabalhos consultados, como a melhor opção dentro dos sistemas de desinfecção em Endodontia, promovendo assim uma maior biossegurança destes tratamentos. (Desai e Himel, 2009).

Contudo, serão necessários mais estudos, uma vez que, os estudos *in vitro*, criam um sistema fechado com um tamanho e calibre apical calibrados, podendo não serem extrapolados para *in vivo*. Assim, os próximos estudos poderiam passar pela realização de mais estudos *in vivo*, confirmando os resultados obtidos *in vitro*.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abarajithan, M. *et al.* (2011). Comparison of EndoVac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: na in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 112, pp. 407-11.

Addy M.; Moran J.M. (1997). Clinical indications for the use of chemical adjuncts to plaque control: chlorhexidine formulations. *Periodontol*, 15 (1), pp. 52-4.

Ahmad, M.; Pitt Ford, T.R.; Crum, L.A. (1987). Ultrasonic debridement of root canals: An insight into the mechanisms involved. *J Endod* 13, pp. 93-101.

Almyroudi, A.; Mackenzie, D.; McHugh, S.; Saunders, W. P.; Edin, F. D. S. (2003). The effectiveness of various disinfectants used as endodontic intracanal medications. *J Endod*, 28(3), pp. 163-7.

Alves, F. (2004). Compreendendo a etiologia microbiana das infecções endodônticas. *Rev Biocien Taubaté*, 10 (1-2), pp. 67-71.

Andrabi, S. M.; *et al.* (2014). Effect of passive ultrasonic irrigation and manual dynamic irrigation on smear layer removal from root canals in a closed apex in vitro model. *J Investig Clin Dent*, 5(3), pp. 188-93.

Ballal, N.V.; Kandian, S.; Mala, K.; Bhat, K.S.; Acharya, S. (2009). Comparison of the efficacy of maleic acid and ethylenediaminetetraacid acid in smear layer removal from instrumented human root canal: a scanning electron microscopic study. *J Endod*, 35, pp. 1573-6.

Câmara, A.; Albuquerque, M.; Aguiar, C. (2010). Soluções Irrigadoras Utilizadas para o Preparo Biomecânico de Canais Radiculares. *Rev Pesq Bras Odo Clin Int*, 10(1), pp. 127-33.

Clark-Holke, D.; Drake, D.; Walton, R.; Rivera, E.; Guthmiller, J.M. (2003). Bacterial penetration through canals of endodontically treated teeth in the presence or absence of the smear layer. *J Dent*, 31, pp.275-81.

Cohen, S.; Hargreaves, K. M. (2007). Caminhos da polpa. 9ª Edição. Rio de Janeiro, *Elsevier*, pp. 40-58; 300-48;460-98; 580-99.

Desai, P.; Himel, V. (2009). Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod*, 35, pp. 545-9.

Endo, M.; *et al* (2007). Efeito in vivo do etil-cianoacrilato como isolamento absoluto em gengiva inserida. *Rev Odont UNESP*, 36(3), pp. 287-92.

Espíndola, A.C.S.; Passos, C.O.; Souza, E.D.A.; Santos, R.A. (2002). Avaliação do grau de sucesso e insucesso no tratamento endodôntico em dentes uni-radiculares. *RGO*, 50(3), pp.164-6.

Estrela, C. *et al*. (2014). Characterization of successful root canal treatment. *Braz Dent J*, 25 (1), pp.3-11.

Estrela, C.; Ribeiro, R.G. Estrela, C.R.; Pécora, J.D.; Sousa-Neto, M.D. (2003). Antimicrobial effect of 2% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine tested by different methods. *Braz Dent J*, 14 (1), pp.58-62.

Ferraz, C.C.; Gomes, B.P.; Zaia, A.A.; Teixeira, F.B.; Souza-Filho, F.J. (2007). Comparative study of the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gel, chlorhexidine solution and sodium hypochlorite as endodontic irrigants. *Braz Dent J*, 18(4), pp. 294-8.

Gabardo, M.C.L.; Dufloth, F.; Sartoretto, J.; Hirai, V.; Oliveira, D.C.; Rosa, E.A.R. (2009). Microbiologia do insucesso do tratamento endodôntico. *Revista gestão & saúde*, 1 (1), p. 11-7.

Gahiva, S. M.; Siqueira Jr, J. F. (2001). Citotoxicidade e genotoxicidade de quatro soluções comerciais de hipoclorito de sódio avaliadas pelo SOS Chromotest. *Rev Paulista de Odontol*, 18(4), pp.12-4.

Garcez, A.S. *et al*. (2008). Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. *J Endod*, 34 (2), pp.138-42.

Goldberg, F.; Abramovich, A. (2002). Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. *J Endod*, 3(3), pp. 101-5.

Gomes, B. *et al*. (2013). Chlorhexidine in endodontics. *Braz Dent J*, 24 (2), pp. 89-102.

Gregorio, C.; Estevez, R. Cisneros, R.; Heilborn, C.; Cohenca, N. (2009). Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *J Endod*, 35, pp. 891-5.

Gu, L.S.; Kim, J.R.; Ling, J.; Choi, K.K.; Pashley, D.H.; Tay, F.R. (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*, 35, pp. 79-84.

Haapasalo, M. *et al.* (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endod Topics*, 10 (1), pp. 77-102.

Haapasalo, M. *et al.* (2010). Irrigation in endodontics. *Dental Clinics of North America*, 54 (2), pp.291-312.

Haapasalo, M.; Shen, Y.; Wang, Z. *et al.* (2014). Irrigation in endodontics. *Braz Dent J*. pp.216:299-303.

Hargreaves, K. e Cohen, S. (2011). Cohen Caminhos da Polpa, 10ª edição. Rio de Janeiro, Mosby, Elsevier, pp. 79-102; 170-94; 222-49.

Hariharan, V.S.; Nandlal, B.; Srilatha, K.T. (2010). Efficacy of various root canal irrigants on removal of smear layer in the primary root canals after hand instrumentation: A scanning electron microscopy study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 28(4), pp. 271-7.

Huffaker, S.; Safavi, K.; Spangberg, L.; Kaufman, B. (2010). Influence of a passive sonic irrigation system on the elimination of bacteria from root canal systems: a clinical study. *J Endod*, 36 (8), pp. 1315-9.

Hülsmann, M.; Heckendorff, M.; Lennon, A. (2003). Chelating agents I root canal treatment: mode of action and indications for their use. *J Endod*, 36(12), pp. 810-30.

Huque, J.; Kota, K.; Yamaga, M.; Iwaku, M.; Hoshino, E. (1998) Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *Int Endod J*, 31, pp. 242-50.

Jiang, L.; Verhaagen, B.; Versluis, M.; Angedijk, J.; Wesselink, P.; Sluis, L. (2011). The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod*, 37 (5), pp. 688-92.

Jiang, L.M.; Verhaagen, B.; Versluis, M.; Van Der Sluis, L.W. (2010). Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. *J Endod*, 36.

Kalfas, S.; Figdor, D.; Sundqvist, G. A. (2001). New bacterial species associated with failed endodontic treatment: Identification and description of *Actinomyces radidentis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 92(2), pp. 208-14.

Kokkas, A.B.; Boutsoukis, A.; Vassiliadis, L.P.; Stavrianos, C.K. (2004). The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *J Endod*, 30, pp. 100-2.

Law, A.S. (2013). Considerations for regeneration procedures. *J Endod*, 39, pp. 44–56.

Lea, S.C.; Walmsley, A.D.; Lumley, P.J. (2010). Analyzing endosonic root canal file oscillations: An in vitro evaluation. *J Endod*, 36, pp.880-3.

Lee, S. J.; Wu, M. K.; Wesselink, P.R. (2004). The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J*, 37, pp. 672-8.

Leonardo, M.R (2005). Preparo biomecânico dos canais radiculares In: *Endodontia: tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos. São Paulo: Artes Médicas.I*, (13), pp 450-87.

Leonardo, M.R.; Tanomaru Filho, M.; Silva, L.A.; Nelson Filho, P.; Bonifácio, K.C (1999). In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod*, 25(3), pp. 167-71.

Lopes, H.L.; Siqueira Jr., J.F. (2004). Substâncias químicas empregadas no preparo dos canais radiculares. *Rio de Janeiro: Guanabara Koogan*, 18, pp. 535-79.

Marending, M., Paqué, F.; Fischer, J.; Zehnder, M. (2007). Impact of irrigant sequence on mechanical properties of human root dentin. *J Endod*, 33(11), pp. 1325-8.

McGill, S.; Gulabivala, K.; Mordan, N.; Ng, Y.L. (2008). The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J*, (41), pp. 602-8.

Merino, A.; Estevez, R.; Gregorio, C.; Cohenca, N. (2013). The effect of different taper preparations on the ability of sonic and passive ultrasonic irrigation to reach the working length in curved canals. *Int Endod J*, 46, pp. 427–33.

Miller, T.A.; Baumgartner, J.C.; (2010) Comparison of the antimicrobial efficacy of irrigation using the EndoVac to endodontic needle delivery. *J Endod*, 36, pp. 509-11.

Mitchell, R.P.; Yang, S.E.; Baumgartner, J.C. (2010). Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod*, 36, pp. 338-41.

Mohammadi, Z. e Abbott, P. (2009). The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J*, 42 (4), pp. 288-302.

Narayanan, L.; Vaishnavi, C. (2010). Endodontic microbiology. *J Conserv Dent*, 13 (4), pp. 233-9.

Nielsen, B.A.; Craig Baumgartner, J. (2007). Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod*, 33, pp. 611-5.

Occhi, I.G.P.; Souza, A.A.; Rodrigues, V.; Tomazinho, L.F. (2011). Avaliação de sucesso e insucesso dos tratamentos endodônticos realizados na clínica odontológica. *UNIPAR. Uningá Review*, 8 (2), pp. 39-46.

Parente, J. M.; *et al.* (2010). Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final irrigation in a closed system and an open system. *Int Endod J*, 43(11), pp. 1001-12.

Pretel, H.; *et al.* (2011). Comparação entre soluções irrigadoras na endodontia: clorexidina x hipoclorito de sódio. *RGO*, 49, pp.127-32.

Rocas, I.N.; Siqueira Jr., J. F. (2011). Comparison of the in vivo antimicrobial effectiveness of sodium hypochlorite and chlorhexidine used as root canal irrigants: a molecular microbiology study. *J Endod*, 37, pp. 143-50.

Sassone, L. M.; Fidel, R.; Vieira, M.; Hirata Júnior, R. (2003). The influence of organic load on the anti microbial activity of different concentrations of NaOCl and chlorhexidine in vitro. *Int Endod J*, 36(12), pp. 848-52.

Schoeffel, G.J. (2008). The EndoVac method of endodontic irrigation, Part 3: System components and their interaction. *Dent Today*, 27(8), pp. 106, 108-11.

Sel-D, S.; Hashem, A.A. (2011). Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *J Endod*, 37, pp. 1272-5.

Shin, S.J.; Kim, H.K.; Jung, I.Y.; *et al.* (2010). Comparison of the cleaning efficacy of a new apical negative pressure irrigating system with conventional irrigation needles in the root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 109, pp. 479-84.

Siqueira, J.F. e Rocas, I.N. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures-review article. *J Endod*, 34(11), pp. 1291-1301.

Siqueira, J.F.; Rocas, I.N.; Favieri, A. (2000). Lima K. Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2,5% and 5,25% sodium hypochlorite. *J Endod*, 6, pp. 331-4.

Siu, C.; Baumgartner, J.C. (2010). Comparison of the debridement efficacy of the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation in vivo. *J Endod*, 36, pp. 1782-5.

Tronstad, L.; Barnett, F.; Schwartzben, L.; Frasca, P. (1985). Effectiveness and safety of a sonic vibratory endodontic instrument. *Endod Dent Traumatol*, 1, pp. 69-76.

Van Der Sluis, L.W.; Versluis, M.; Wu, M.K.; Wesselink, P.R. (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*, 40, pp. 415-26.

Van der Sluis, L.W.M.; Wu, M.K.; Wesselink, P.R. (2005). The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. *Int Endod J*, 38, pp. 764-8.

Vianna, M.E.; Gomes, B.P.; Berber, V.B.; Zaia, A.A.; Ferraz, C.C.; Souza-Filho, F.J. (2004). In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 97(1), pp.79-84.

Yamaguchi, M.; Yoshida, K.; Suzuki, R.; Nakamura, H. (1996). Root canal irrigation with citric acid solution, *J Endod* , 22(1), pp. 27-9.

Yamashita, J.C.; Tanomaru Filho, M.; Leonardo, M.R.; Rossi, M.A.; Silva, L.A. (2003). Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root canal irrigant. *Int Endod J*, 36(6), pp. 391-4.

Yost, R. A.; *et al.* (2015). "Evaluation of Four Different Irrigating Systems for Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite." *J Endod*, 10, pp. 1-5.

Yuan, G. *et al.* (2014). Synergistic sporicidal effect of ethanol on a combination of orthophthalaldehyde and Didecyldimethylammonium chloride. *Letters in Applied Microbiology*, 59, pp. 272-7.

Zehnder, M. (2006). Root canal irrigants. *J Endod*, 32 (5), pp. 389-98.

Zehnder, M., *et al.* (2005). Chelation in Root Canal Therapy Reconsidered. *J Endod*, 31(11), pp. 817-20.

Zehnder, M.; *et al.* (2002). Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 94(6), pp. 756-62.

Zhang, K.; Young, K. (2010). Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/Ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. *J Endod*, 36(1), pp. 105-9.