

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Instituto Universitário de Ciências da Saúde

Eu, **Joaquim Luís Magalhães Cardoso**, estudante do curso de Mestrado Integrado em Medicina Dentária do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste Relatório de Estágio intitulado:

Soluções irrigantes endodônticas e a sua ativação ultrassónica

Confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer informação falsificada de resultados ou à prática de plágio.

Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciados ou redigidos com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

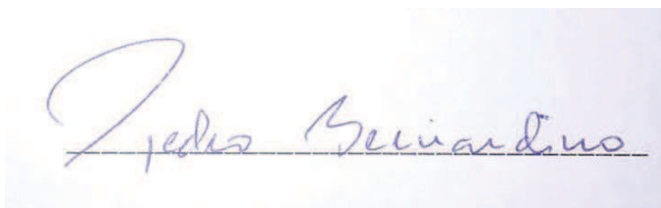
Relatório apresentada no Instituto Universitário de Ciências da Saúde

Orientador: Pedro Bernardino

Co-orientador: Valter Fernandes

Aceitação do Orientador

Eu, **Pedro Jorge Bernardino**, com a categoria de Professor Auxiliar Convidado do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de orientador sobre o Relatório Final de Estágio do aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, **Joaquim Luís Magalhães Cardoso**, intitulado: "Soluções Irrigantes Endodônticas e a sua ativação ultrassônica", declaro que sou de parecer favorável para que o Relatório Final de Estágio possa ser presente ao júri para admissão a provas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a white background. The signature reads "Pedro Bernardino" and is written over a horizontal line.

Agradecimentos

Aos meus país e irmã por todo o carinho, apoio e suporte incondicional ao longo desta jornada.

À Diana por ter estado presente em todos os momentos, pela sua ajuda e fundamental apoio neste percurso.

Aos meus amigos, Vasco, Carla e Daniela pelas experiencias e momentos que vivemos juntos.

Ao meu orientador Pedro Bernardino e co-orientador Valter Fernandes, por toda a ajuda que me prestaram para a elaboração deste relatório.

A todos os amigos com quem me cruzei neste percurso, certamente levo de todos eles memórias, ensinamentos, momentos de felicidade, de amizade e cumplicidade.

A todos os professores que me acompanharam ao longo do curso, por todo o conhecimento, sabedoria e experiência que me transmitiram.

“omnia in bonum”

Resumo

O tratamento endodôntico é caracterizado pela sua grande exigência nos diversos passos, o clínico debate-se com várias dificuldades ao longo do sistema de canais radiculares (SCR).

O objetivo primordial de desinfecção do SCR nem sempre é conseguido na sua plenitude apenas com instrumentação mecânica, sendo fundamental a combinação com a irrigação química para aumentar o grau de desinfecção e consequente qualidade do tratamento.

Os irrigantes endodônticos têm diversas ações assim que usados nos canais radiculares. São essenciais na lubrificação, eliminação de microrganismos do SCR, na remoção de detritos e raspas de dentina e desintegração da *smear layer*. A eficácia da irrigação, utilizando apenas a tradicional agulha de irrigação, depende da anatomia dos canais radiculares, do diâmetro da agulha e da profundidade a que esta é introduzida no interior do SCR, sendo por isso pouco previsível.

O ultrassom permitiu a criação de novas técnicas de irrigação. A ativação e agitação do irrigante, promovidas pelo uso de ondas ultrassônicas, potenciam a sua ação, promovendo o contacto deste com a totalidade do SCR, inclusive locais de especial complexidade anatômica onde os efeitos mecânicos não se fazem sentir. Está provado que o tratamento mecânico e a irrigação convencional são insuficientes para garantir todas as premissas essenciais de correto tratamento endodôntico, pelo que a utilização de ultrassons melhora consideravelmente a capacidade de desinfecção e limpeza dos canais radiculares.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação na endodontia; irrigação ultrassônica; irrigantes endodônticos; irrigação ultrassônica passiva; hipoclorito de sódio; clorexidina; ácido cítrico; EDTA; protocolos de irrigação; desinfecção endodôntica; ativação de irrigantes; patologia periapical;

Abstract

The endodontic treatment is complex, it follows strict protocols with great demand in the several steps, the clinician is faced with several difficulties throughout the root canal system (RCS). The current focus is the disinfection of the RCS, widely recognized as a hard challenge. The interaction between mechanical instrumentation and chemical irrigation is essential to increase the quality of the treatment.

The endodontic irrigants have many functions: tissue dissolution, lavage, killing of microorganisms, removal of debris, lubrication of the canal for instrumentation, and smear layer removal. The irrigation efficiency, using only traditional syringe depends on the anatomy of the root canal, the needle diameter and depth that it is inserted into the RCS.

Ultrasound allowed the creation of different techniques such as: ultrasonic irrigation (UI) and passive ultrasonic irrigation (PUI). The activation and agitation of the irrigant promoted by the use of ultrasonic waves guarantees a more effective action by the irrigators, promoting the flow of the irrigant with the totality of SCR, including places of complex anatomy where the mechanical effects are not felt. The mechanical treatment by itself is insufficient to guarantee all the essential premises of an endodontic treatment, so the use of ultrasound improves the debridement and disinfection of the root canals.

KEYWORDS: endodontic irrigation; ultrasonic irrigation; passive ultrasonic irrigation; endodontic irrigants, sodium hypochlorite, chlorhexidine, citric acid, EDTA, periapical pathology, protocols for irrigation, activation of irrigating solutions, endodontic disinfection.

Índice

1.	Introdução.....	1
2.	Objetivo.....	3
3.	Materiais e Métodos	3
4.	Discussão	4
4.1	Soluções Irrigadoras.....	4
4.1.1.	Características de um irrigante ideal:.....	4
4.1.2.	Objetivos da irrigação	5
4.2.	Irrigantes endodônticos.....	6
4.2.1.	Hipoclorito de sódio.....	6
4.2.2.	Clorohexidina.....	8
4.3.	Agentes descalcificantes.....	10
4.3.1.	EDTA - ácido etilenodiamino tetra-acético.....	10
4.3.2.	Ácido Cítrico.....	11
4.4.	Novos irrigantes	11
4.5.	Interação entre irrigantes	11
5.	Técnicas de Irrigação	12
5.1.	Ativação de irrigantes	12
5.2.	Irrigação manual	13
5.2.1.	Irrigação passiva convencional de pressão positiva.....	13
5.2.2.	Ativação dinâmico-manual (MDA).....	14
5.2.3.	Escovas.....	14
5.3.	Irrigação assistida mecanicamente.....	14
5.3.1.	Irrigação por pressão apical negativa (ANP).....	14
5.3.2.	Irrigação sónica	14
5.3.3.	Ultrassons em endodontia	14
6.	Conclusão.....	21
7.	Bibliografia	22
Anexos do Capítulo I.....		25
Capítulo II – Relatório das Atividades Práticas das Disciplinas de Estágio Supervisionado.....		1
1.	Estágio em Clínica Geral Dentária.....	1
2.	Estágio em Clínica Hospitalar	1
3.	Estágio em Saúde Oral e Comunitária	2

Capítulo I – Desenvolvimento Teórico

1. Introdução

A endodontia estuda a forma, função e saúde da polpa e da região perirradiculares. Preocupa-se com a prevenção e tratamento de patologias que as atingem. (1) A etiologia mais comum destas patologias está relacionada com a infecção por bactérias. (2)

Reconhecer e remover os fatores etiológicos são o princípio do tratamento endodôntico. (2) Este tem como base a preparação químico-mecânica do canal, que conta com a instrumentação, irrigação e obturação, que devem funcionar como um todo. A remoção de tecido vital ou necrosado, de microrganismos e suas toxinas do sistema de canais radiculares (SCR), bem como da *smear layer*, são premissas essenciais para o sucesso do tratamento. (3) A incompleta limpeza do canal após a instrumentação, torna a desinfecção menos eficaz e diminui a eficácia do selamento criado pela obturação levando a possíveis falhas do mesmo. (4)

Segundo *Haapasalo*, o principal objetivo da instrumentação mecânica é criar espaço adequado para facilitar a irrigação, desinfecção e posterior obturação. (5) Um canal devidamente instrumentado pode também ser irrigado com um maior volume de solução, permitindo que o irrigante circule, penetre e limpe todo o SCR. (6) No entanto, é evidente que a instrumentação não contacta com a totalidade da superfície radicular e assim, este procedimento torna-se incompleto. (7)

O acesso a todas as áreas contaminadas do canal é uma das chaves para o sucesso deste tratamento. Visto a complexidade anatômica do SCR, onde se podem encontrar canais suplementares, anastomoses, bifurcações, istmos ou canais em C, é possível o alojamento de múltiplas bactérias. (7, 8)

Alguns autores afirmam que as bactérias presentes no interior dos canais têm capacidade de colonizar os túbulos dentinários até, pelo menos, metade do comprimento dos mesmos, aumentando ainda mais a complexidade anatômica. (7)

Alguns estudos afirmam que pelo menos 35% do canal radicular não foi tocado durante a fase de instrumentação. (9) Também *Bystrom* e *Sunqvist*, citados em *Zeltner et al.*, afirmaram, no ano 1981, que a preparação mecânica, por si só, era insuficiente para reduzir

a contaminação bacteriana dos canais dentários. (10) Assim, a irrigação do SCR é essencial para uma eliminação eficaz das bactérias. (11)

Microrganismos são também encontrados na *smear layer*, camada esta produzida nas áreas tocadas pela instrumentação e constituída por partículas de dentina, componentes bacterianos e restos de tecidos pulpaes. Assim, é atualmente evidente que esta camada deve ser removida para que se consiga a máxima desinfecção possível. (11) A presença de detritos de dentina nas paredes dos canais radiculares, após a instrumentação endodôntica, principalmente no terço apical, é prejudicial para os passos seguintes do tratamento endodôntico, podendo levar à microinfiltração dos materiais de obturação.

Os microrganismos existentes no SCR estão muitas vezes organizados em biofilme. Esta capacidade conferem-lhe uma série de vantagens e "*skills*" que não se observam em bactérias isoladas. (12) A sua estrutura representa uma estratégia de sucesso para que as bactérias se adaptem ao ambiente do SCR e se tornem mais resistentes ao tratamento endodôntico. (7) Esta resistência é não só sobre o sistema imune do hospedeiro, mas também para com vários agentes de desinfecção. (9) Estes biofilmes aparecem tanto nas paredes dentinárias do canal principal como também em áreas de especial complexidade anatômica. (12) A formação de um biofilme é um processo dinâmico, que passa pela maturação do biofilme tornando-o cada vez mais resistente às tentativas de desinfecção. (13) É importante, também, separar dois tipos de infeções pulpaes, a infeção primária e a infeção secundária. Na primeira, falamos de microrganismos que foram responsáveis pela colonização o tecido pulpar, já a segunda é causada por microrganismos que não estavam presentes na infeção primária ou que, de alguma forma, conseguiram resistir aos procedimentos intracanalares de desinfecção. (14)

Genericamente, bactérias como a *Phorphyromonas*, *Eubacteria*, *Prevotella* e *Peptostreptococcus* estão presentes na flora de canais não tratados, ou seja, são microrganismos responsáveis por uma infeção primária. (8, 11) No caso das infeções secundárias, os patógenos pertencem a espécies bacterianas como *Enterococos faecalis* (sendo esta, diversas vezes apontadas como a mais frequente) e também *Lactobacillus*, *Actinomyces*, *Eubacterium* e fungos como *Candida albicans*. (7, 8, 11) Estes patógenos têm capacidade de resistir à desinfecção promovida pelo tratamento primário e também a períodos em que existe uma grande falta de nutrientes. Assim, é evidente que os

microrganismos que ficam no SCR são a principal causa da falha do tratamento endodôntico. (11)

Segundo *Fidgore e Sunqvist*, os microrganismos envolvidos em infecções secundárias (ou persistentes) têm que ultrapassar diversas barreiras. Inicialmente têm de entrar e estabelecer-se no SCR; em seguida sobreviver ao tratamento endodôntico primário; por fim, proliferar para manter a infecção periapical. (8)

A investigação e procura pela evolução naquilo que diz respeito aos protocolos de irrigação do SCR tem sido muito importante para que se possa tentar a desinfecção de todo o seu espaço. (15) No entanto, apesar da preparação mecânica e da irrigação removerem em quantidade as bactérias presentes no canal, a obtenção de uma desinfecção completa é, até ao momento, impossível. (8, 16)

Assim, podemos estabelecer dois fatores para o máximo sucesso na irrigação: a distribuição do irrigante por toda a extensão do SCR, especialmente na zona do terço apical, e se a irrigação consegue atingir locais de maior complexidade anatômica. (17, 18)

2. Objetivo

A presente revisão narrativa tem com objetivo introduzir os irrigantes endodônticos mais usados na prática clínica e procurar descrever a importância da aplicação dos ultrassons, comparando a sua eficácia por si só e comparando com outros sistemas de irrigação.

3. Materiais e Métodos

Pesquisa bibliográfica de obras literárias e artigos científicos publicados nos sites de referencia: *PubMed*[®], *Researchgate*[®] e *EbscoHost*[®], utilizando as palavras-chave: *endodontic irrigation, endodontic irrigants, irrigating solutions, ultrasonic irrigation, passive ultrasonic irrigation, sodium hypochlorite, chlorhexidine, citric acid, EDTA, periapical pathology, protocols for irrigation, activation of irrigating solutions, endodontic disinfection.*

Critérios de Inclusão: Artigos cujas palavras-chave estivessem de acordo com a pesquisa; Artigos com *abstract* considerado relevante para o presente trabalho; Artigos considerados essenciais e determinantes para o estudo do tema. Dos artigos recolhidos, foram selecionados 50 considerados os mais relevantes para o estudo do tema.

Critérios de exclusão: Artigos cujo ano de publicação fosse anterior a 2004; Artigos considerados menos relevantes para a temática;

4. Discussão

4.1 Soluções Irrigadoras

A irrigação é essencial no tratamento endodôntico, só com a sua utilização podemos aspirar a uma correta desinfecção e limpeza do SCR. Uma irrigação adequada, durante o preparo mecânico do SCR, provou ter um efeito essencial na redução de microrganismos intraradiculares. Segundo *Basrani* (19), podemos separar os objetivos da irrigação em: mecânicos, químicos e biológicos.

Os objetivos Mecânicos são: i) remoção de detritos; ii) lubrificar o canal;

Objetivos químicos: i) dissolver o tecido orgânico e inorgânico; ii) prevenir a formação da *smear layer* durante a instrumentação ou dissolver a mesma assim que formada.

Objetivos biológicos são: i) grande eficácia contra micro-organismos quer isolados quer organizados em biofilmes; ii) capacidade de inativar toxinas; iii) que não sejam tóxicos quando em contacto com os tecidos vivos e não cáusticos para o tecido periodontal; iv) pouco potencial de causar reações anafiláticas;

4.1.1. Características de um irrigante ideal:

1. Ter eficácia germicida e fungicida;
2. Ter capacidade de remoção da *smear layer* e dissolução do tecido pulpar;
3. Deter efeito antimicrobiano prolongado (substantividade)
4. Ser ativo na presença de sangue, sêrum e proteínas derivadas do tecido;
5. Não ser irritante para os tecidos periapicais;
6. Apresentar baixa tensão superficial;
7. Ter capacidade de desinfetar a dentina e os túbulos dentinários;
8. Ser capaz de eliminar quer bactérias isoladas, quer organizações em biofilme;
9. Não interferir com a reparação dos tecidos periapicais;
10. Não ter efeitos adversos sobre a estrutura dentária;
11. Não ser tóxico nem carcinogénico;
12. Ser económico e fácil de usar;

Podemos classificar os irrigantes como sendo:

- a) Agentes antibacterianos (Hipoclorito de Sódio (NaOCL) e Clorohexidina CHX)
- b) Agentes descalcificantes (EDTA e Ácido Cítrico)
- c) Agentes combinados (MTAD, QMIX)
- d) Agentes naturais (chá verde)

Composto	Ação antibacteriana	Capacidade de dissolução tecidual	Inativação de endotoxinas	Dissolução de matéria inorgânica (<i>smear layer</i>)	Substatividade	Toxicidade
Hipoclorito de Sódio	+++	+++	+	-	-	+
Clorohexidina	++	-	+	-	+	-
EDTA	+	-	-	++	-	-
Acido cítrico	-	-	-	+++	-	-

Tabela 1. Características essenciais dos principais irrigantes endodônticos. Adaptado de Schafer et al. (11)

4.1.2. Objetivos da irrigação

- Desinfetar, reduzindo o número de bactérias;
- Lavar, promovendo a remoção de detritos;
- Lubrificar, uma vez que facilitam a ação dos instrumentos mecânicos;
- Dissolver matéria orgânica e inorgânica;
- Remoção de restos necróticos da polpa, *smear layer*, sangue e exsudados;
- Erradicar/diminuir os microrganismos (e suas endotoxinas);
- Manter suspensão das partículas para aspiração, evitando a extrusão para áreas periapicais. (20)

Para atingir estes objetivos, a irrigação depende da criação de corrente no interior do canal, para que o irrigante consiga atingir toda a extensão do SCR, entrando em contacto com todo o substrato presente e para que o possa remover. A irrigação deve garantir um adequado fluxo da solução e adequada renovação para que o irrigante não perca a sua eficácia. A pressão efetuada sobre a parede dentinária é também importante para que se consiga destacar o substrato aí aderido. Não menos importante é a segurança da irrigação, sendo o ideal evitar a extrusão para os tecidos periapicais. (7) Na atualidade, ainda não existe um irrigante endodôntico que satisfaça todas as premissas, que o tornaria um irrigante ideal. O uso de uma ou mais soluções irrigantes, de forma regrada e com sequência correta, parece ser a melhor alternativa para alcançar o sucesso. (5)

4.2. Irrigantes endodônticos

4.2.1. Hipoclorito de sódio

É a principal solução irrigante em endodontia, sobretudo devido à sua eficácia na dissolução do tecido orgânico, eliminação de microrganismos e à capacidade de lubrificação. (2, 21) No entanto, o cloro, que é responsável pela capacidade de dissolução e pela ação antimicrobiana do NaOCl, é instável e é consumido rapidamente, pelo que a solução deve ser renovada continuamente em intervalos de 2 minutos. (22)

Em 1792, foram utilizados pela primeira vez os hipocloritos, a água de *jevele. Labaraque*, em 1820, obteve o Hipoclorito de Sódio 2,5% que usou como desinfetantes de feridas. Em 1910, *Dakin* propôs uma versão menos caustica do Hipoclorito de Sódio (0,5%) como desinfetante, e posteriormente, em 1919, foi *Coolidge* o primeiro a usar esta substância na endodontia. A sua utilização no preparo químico-mecânico dos canais radiculares tornou-se difundida por *Grossman* e é hoje a solução química mais utilizada para a instrumentação do SCR. (14)

É a solução irrigante mais importante no tratamento endodôntico e sem dúvida a mais utilizada, sendo considerada o irrigante de escolha, atualmente, apresentando propriedades muito próximas do ideal. (10, 20, 23)

Mecanismo de Ação

Segundo *Estrela et al*, o mecanismo de ação baseia-se em 3 reações químicas diferentes (24):

- a) Reação de saponificação
- b) Reação de neutralização
- c) Reação de cloraminação

O cloro apresenta grande atividade antimicrobiana por dois mecanismos: interfere no metabolismo celular e, graças ao pH elevado (> 11), interfere com a integridade da membrana citoplasmática, causando alterações no metabolismo celular e levando à lise celular. (7)

Em endodontia, é usado nas concentrações entre 0.5% e 6%. É um potente agente antimicrobiano que degrada grande parte das bactérias instantaneamente, quando em contacto com as mesmas. (20) Tem capacidade de dissolver tecidos pulpaes remanescentes, onde apresenta melhor capacidade que os outros irrigantes. Esta capacidade está dependente de um refluxo regular desta substância e do uso de volumes generosos de NaOCl. (11) Também o tempo que a substância permanece em contacto com a matéria orgânica influencia a capacidade de remoção da mesma. (5, 13) Segundo os autores, o hipoclorito é o único irrigante que tem capacidade de dissolver quer o tecido vital, quer o tecido necrótico, (5, 7, 13, 20) e tem ainda capacidade de lisar os biofilmes orais. (11)

Apesar de não ter capacidade de remover a *smear layer*, o hipoclorito afeta a parte orgânica do mesmo, facilitando a sua remoção. (5, 9, 13, 20) Esta capacidade pode causar efeitos nefastos sobre a dentina, podendo causar alteração das propriedades mecânicas do dente. (19)

No entanto, o principal aspeto negativo do hipoclorito passa pela sua toxicidade, que apresenta relação direta com a sua concentração, aumentando com a mesma. (11) Curiosamente, *Dutner et al, no seu estudo, revela* que, para além de o NaOCl ser o mais usado irrigante pelos endodontistas, é também comum o uso de concentrações na ordem dos 5% (de 1054 endodontistas, 91% revelam usar NaOCl como irrigante principal, e desses 1054, 54% usam em concentração igual ou superior a 5%). (25)

Assim, a efetividade do NaOCl depende da concentração, temperatura, pH da solução e das condições de acondicionamento do NaOCl, do volume usado e do renovar da solução, bem como do tempo de contacto. O aquecimento até 45°-60° e concentração na ordem dos 5% apresentam ótima capacidade de dissolução tecidual. (21) Para maximizar o efeito do NaOCl, a solução deve ser renovada frequentemente e mantida em movimento por agitação ou por irrigação continuada. (20) Este facto, explica a comprovada capacidade de o ultrassom melhorar a eficácia da desinfeção endodôntica. (26)

Características do NaOCl

- Atualmente considerado o irrigante de escolha;
- Eficaz agente antimicrobiano;
- Excelente solvente de tecido orgânico;
- Bom lubrificante;
- Efeito rápido.

Limitações

- Tóxico;
- Não apresenta substantividade;
- Descolora e liberta um odor desagradável;
- Não tem capacidade de dissolver a *smear layer*;
- Erosão dentinária.

4.2.2. Clorohexidina

A clorohexidina foi desenvolvida no ano 1953, em Inglaterra. Era usado como um creme antisséptico. É uma bisbiguanida catiónica, uma base forte, sendo praticamente insolúvel em água. (14) É um agente antimicrobiano de amplo espectro, agindo sobre bactérias gram-positivas, gram-negativas, fungos, leveduras e vírus lipofílicos. É utilizado em diversas áreas da Medicina Dentária, no controlo de placa e de gengivite, em pré e pós-operatório cirúrgico, entre outras situações. (2)

Mecanismo de ação

A clorohexidina (CHX) pode ter efeito tanto bacteriostático como bactericida, dependendo da sua concentração. O seu mecanismo de ação antibacteriano é explicado pelo fato da molécula catiónica da CHX ser atraída pela carga negativa da superfície bacteriana, sendo adsorvida à membrana celular. Assim, em dosagens e concentrações mais elevadas, ela causa precipitação e coagulação das proteínas citoplasmáticas, levando à morte bacteriana e, em doses mais baixas, a integridade da membrana celular é alterada, resultando num extravasamento dos componentes bacterianos de baixo peso molecular. (14) O seu pH situa-se entre os 5.5 e os 8 e é usada em concentrações desde 0.2% a 2%. (11) A concentração em endodontia é de 2%. (21)

O seu uso toma vantagem da capacidade de substantividade, pelo seu efeito antimicrobiano de longa duração, que surge da sua ligação à hidroxiapatite. (23) Esta associação baseia-se na carga positiva, que permite uma libertação prolongada no tempo. (11) Segundo os autores, durante 12 semanas esta característica faz-se sentir na cavidade oral. (2)

Tem algumas características semelhantes ao NaOCl, naquilo que concerne à eliminação bacteriana, a dissolução de biofilmes e a remoção de resíduos orgânicos e inorgânicos. Face ao NaOCl, embora possa eliminar as bactérias dos biofilmes, precisa de um tempo de contacto mais elevado e a sua incapacidade de dissolução tecidual necrótico remanescente não permite que este seja considerada o irrigante de eleição. (5, 20)

Características da CHX

- Tem um largo espectro de ação;
- CHX é um antifúngico de interesse, essencialmente pela sua ação contra *C. Albicans*;
- A clorexidina apresenta uma capacidade de libertação continua ao longo de 12 semanas (substantividade);
- Boa biocompatibilidade, não tóxico (ao contrário do NaOCl);

Limitações

- A combinação da CHX com o NaOCl forma um precipitado, que interfere com o selamento do SCR;
- Os componentes da dentina e o exsudado inflamatório podem reduzir a capacidade antimicrobiana da CHX;
- A pobre capacidade de dissolução de tecidos orgânicos e inorgânicos;
- Comparativamente ao NaOCl, o efeito sobre os biofilmes é inferior;

Assim, a Clorohexidina, é uma alternativa ao NaOCl pela sua atividade antimicrobiana, no entanto não o consegue substituir. Pode ser útil como irrigante final, especialmente em casos de retratamento endodôntico, pela sua capacidade de substantividade.

4.3. Agentes descalcificantes

Estas soluções irrigantes têm uma ação acessória e importante no tratamento do SCR, sendo o EDTA e o Ácido Cítrico os mais comumente utilizados.

Características das soluções descalcificadoras

- Afetar a parte inorgânica da *smear layer*;
- Remover a *smear layer* após a irrigação com NaOCl;
- Contribuir para a eliminação bacteriana no SCR;
- Baixa toxicidade.

A *smear layer* atua como proteção para as bactérias nos túbulos dentinários, impedindo a ação dos irrigantes endodônticos, o que irá comprometer a desinfecção e sucesso do tratamento endodôntico, o que reforça a importância da sua remoção. (27) Assim, o uso de agentes descalcificadores agentes são de vital importância neste tratamento.

A camada de *smear layer*, por ser composta por componentes orgânicos e inorgânicos, pode ser removida pela associação de hipoclorito de sódio e soluções quelantes.

4.3.1. EDTA - ácido etilenodiamino tetra-acético

O EDTA foi descrito em 1935 por *Munz*. (2) É um irrigante endodôntico classificado como agente quelante, que permite a remoção de íons metálicos de soluções.

Como irrigante, o EDTA apresenta a capacidade de quelar e remover a porção mineralizada (inorgânica) da *smear layer*. (7) No entanto, é comumente usado em associação com o NaOCl, para que este possa afetar a componente orgânica da *smear layer* promovendo então a remoção desta camada. (11) No entanto, o uso de NaOCl e EDTA não deve ser nem sequencial nem como mistura, deve existir irrigação e limpeza do canal de forma intercalada, uma vez que o EDTA reduz a eficácia antimicrobiana do NaOCl. (21)

Usado geralmente em concentração de 17% com pH de 7, tem capacidade de remover a *smear layer* em 2 minutos, desde que a solução atinja a superfície do canal radicular. No entanto, camadas mais espessas podem necessitar de mais algum tempo. (13, 20, 21) Aparentemente, os quelantes têm também capacidade de destacar os biofilmes aderidos às paredes do SCR. (2, 19, 21)

O EDTA apresenta pouca ou nenhuma capacidade bactericida e grande biocompatibilidade, no entanto deve ser usado com cuidado, uma vez que uma prolongada exposição poderá diminuir a microdureza da dentina. (11) Alguns estudos afirmam que o EDTA tem capacidade antifúngica, capacidade esta que ainda não foi comprovada. (20)

4.3.2. Ácido Cítrico

Considerado um ácido orgânico, atua sobre os tecidos mineralizados do dente, promovendo a sua desmineralização e podendo ser empregado na remoção da *smear layer*, após o preparo químico-mecânico do canal radicular. (14)

Em relação ao EDTA, é considerado um pouco mais agressivo. Quando usado com NaOCl apresenta efeito mais erosivo do que a sequência EDTA-NaOCl e também reduz a capacidade antimicrobiana deste. (20, 21) Tem um largo espectro de concentrações, que variam entre 1 a 40%, no entanto 10% parece ser a mais comumente utilizada. (11)

Lopez et al., fizeram uma comparação entre o Ácido Cítrico a 10% e 20%, e EDTA 17% e concluíram que a principal diferença era o tempo de atuação. Assim, não apresentam diferenças significativas. (28)

4.4. Novos irrigantes

A necessidade de procurar um novo irrigante, que se assuma como um novo *gold standard* da irrigação, continua. Irrigantes como o QMix e o MTAD parecem promissores, no entanto as suas vantagens ainda carecem de experimentação clínica e científica. (2, 14)

4.5. Interação entre irrigantes

A irrigação deve seguir determinados padrões, pois as soluções de irrigação não são inertes. O uso de NaOCl e CHX de forma conjunta poderia favorecer a desinfecção pelo aproveitamento das propriedades de cada um deles, no entanto, está descrita a formação de um precipitado e alteração de cor. Deve ser intercalado com um outro irrigante (p.e. álcool) ou seco com cones de papel, de forma a evitar a interação entre os dois compostos. (29)

5. Técnicas de Irrigação

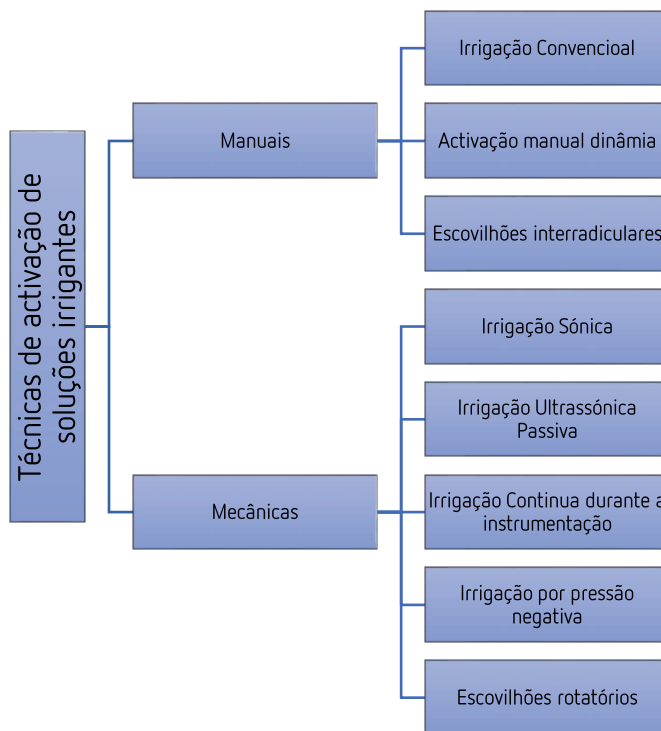


Figura 1. Classificação dos sistemas de ativação de irrigantes. Adaptado de Gu et al. (3)

Como referido previamente, o NaOCl é atualmente o irrigante de eleição em endodontia, mas a ação rápida do cloro requer um refluxo contínuo de irrigante. (30)

Segundo *Schafer*, o ideal para garantir uma irrigação de sucesso é que o preparo apical tenha o diâmetro 35 (segundo a norma ISO) e que a agulha seja no máximo 30G. Após a abertura da cavidade de acesso o SCR deve ser irrigado e preenchido com NaOCl. O canal deve estar sempre preenchido para facilitar a ação do irrigante e melhorar a função de corte dos instrumentos mecânicos, atuando como um lubrificante. (11)

5.1. Ativação de irrigantes

A ativação dos irrigantes endodônticos parece ser um passo necessário para que se atinja uma limpeza mais completa do SCR. (19) A agitação conseguida pela irrigação não ativada é relativamente fraca. Diversos estudos têm concluído que a movimentação e renovação do irrigante são fatores chave da eficácia da irrigação, só assim é possível atingir zonas de maior complexidade anatómica. (20, 26, 31)

5.2. Irrigação manual

5.2.1. Irrigação passiva convencional de pressão positiva

Este foi o primeiro conceito de irrigação utilizado, baseia-se no uso de uma seringa e agulha que são colocados no interior do canal e ocorre a distribuição do irrigante. A pressão causada pelo jato da solução irrigante, ao atingir o ápex do dente, promove a limpeza do SCR e o refluxo do irrigante e detritos. (7) (Ver figura 2, Anexos do Capítulo I)

A irrigação manual com seringa e agulha ainda se mantém como a técnica mais comum de irrigação. (32) A eficácia desta técnica depende mecanismo de ação do irrigante e da capacidade do mesmo de entrar em contacto com toda o SCR. (30)

As soluções irrigantes devem ter pequeno coeficiente de viscosidade e pequena tensão superficial, o que favorece o alcance do jato, a formação de turbulência e o refluxo do irrigante no sentido da abertura coronária. Para que isto aconteça, é crucial que a agulha permaneça solta no interior do canal durante a irrigação, para que haja refluxo do líquido irrigador e outros detritos, evitando a extrusão inadvertida para os tecidos periapicais. Esta técnica permite o controlo mais fácil da profundidade de penetração da agulha dentro do canal e o volume de irrigante usado. (14)

O movimento de vaivém da agulha no interior do canal permite criar agitação do irrigante, desde que a agulha tenha alguma liberdade no interior do canal. (3)

O irrigante apenas consegue atingir zonas a cerca de 1 ou 2 mm da ponta da agulha, o que é uma desvantagem, uma vez que com esta técnica a agulha esta colocada entre o $\frac{1}{3}$ coronal e o $\frac{1}{3}$ médio do dente. Para combater este problema, tentaram diminuir o calibre das agulhas e aumentado o volume de irrigante e movimento de vaivém no canal. (3) Com esta técnica é criado uma *dead zone*, ou seja, um espaço entre a máxima profundidade a que o irrigante consegue chegar e a zona mais apical do dente. Além disso, essa técnica também acarreta um aprisionamento de ar, o efeito "*vapor lock*", e em que bolhas são formadas no terço apical do canal e atuam impedindo o avanço do agente irrigante. (33, 34) (Ver figuras 3 e 4, Anexos do Capítulo I)

A evidência aponta bastantes falhas a esta técnica, afirmando que não existe capacidade de penetração e renovação da solução irrigante em zonas inacessíveis do SCR, onde ficam acumulados detritos e microrganismos. (7)

5.2.2. Ativação dinâmico-manual (MDA)

É uma técnica com boa relação custo-benefício. Envolve a inserção repetida de um cone de *gutta-percha* calibrado ao diâmetro do canal e com alguma conicidade, bem adaptado até ao comprimento de trabalho. Este deve ser inserido com movimentos curtos e suaves que produzem alguma hidrodinâmica no interior do SCR (estudos referem que após 100 agitações é possível a obtenção de resultados positivos). (4)

5.2.3. Escovas

As escovas são utilizadas como coadjuvantes para a limpeza intracanal e agitação da solução. Alguns estudos afirmam que as pontas da escova conseguem estender-se até locais não instrumentados mecanicamente. Existem atualmente sistemas que permitem a libertação do irrigante de forma concomitante ao efeito de escovagem. (3)

5.3. Irrigação assistida mecanicamente

5.3.1. Irrigação por pressão apical negativa (ANP)

Sistemas como o EndoVac envolvem a associação de uma microcânula de sucção a uma macrocânula que fará libertação do irrigante, permitindo simultaneamente inserir e remover o irrigante dos canais. Com esta técnica existe uma contínua renovação do irrigante e uma redução do risco de extrusão do mesmo. (3, 33) (Ver figura 5, Anexos do Capítulo I)

5.3.2. Irrigação sónica

Tronstad et al, foi o primeiro a usar a instrumentação sónica em endodontia, no ano de 1985. (3) Os instrumentos sónicos são utilizados em endodontia com frequências baixas (entre 1 e 6 kHz). O padrão de oscilação da irrigação sónica é diferente daquele que ocorre com a irrigação ultrassónica. Aqui, apenas existe a formação de um nó na zona superior da lima e um anti-nó na ponta da lima. (3)

5.3.3. Ultrassons em endodontia

O conceito de ultrassons em endodontia foi introduzido por *Richman* em 1957. O ultrassom é uma onda acústica ou de vibração parecida com o som, na sua natureza, mas com uma frequência maior do que a audível pelo ouvido humano. (26) A frequência usada é superior a 25 kHz. (30)

O princípio da produção de ultrassons baseia-se em dois métodos essenciais: por um lado a magnetostricção, que se baseia na ação de energia eletromagnética sobre tiras metálicas colocadas na peça de mão, produzindo vibração mecânica; por outro lado, temos o princípio piezoelétrico, em que a deformação de um cristal por uma força mecânica gera uma corrente elétrica, e a diferença de potencial elétrico atua sobre o cristal, alterando o seu volume, e gera uma ação mecânica, que nestas frequências cria o ultrassom. Por comparação, conclui-se que o piezoelétrico tem maior eficiência, gerando mais ciclos por segundo, sendo ideal para a endodontia. (26)

Está demonstrado que o uso da vibração ultrassônica gera a movimentação contínua do irrigante, levando a uma efetividade superior na limpeza do espaço intracanal. (26)

Existem essencialmente dois tipos de irrigação que fazem uso dos ultrassons:

- 1) Irrigação ultrassônica combinada com instrumentação (UI)
- 2) Irrigação ultrassônica passiva (PUI)

5.3.3.1. UI

Esta técnica combina a libertação do irrigante com a instrumentação mecânica do SCR, a ponta ultrassônica deve contactar com as paredes do canal e ao mesmo tempo faz a ativação do irrigante. O uso da UI para potenciar a irrigação tinha como desvantagem a dificuldade em controlar a ação cortante das pontas, que levava a alterações na conformidade dos canais. (30)

Assim, esta técnica não é vista como uma solução nem para a instrumentação, uma vez que não parece mais eficaz do que as técnicas clássicas de preparo, nem para a irrigação, uma vez que seria mais vantajoso aplicar o ultrassom sobre o irrigante após o preparo mecânico. (3)

5.3.3.2. PUI

Segundo *van der Sluis*, a PUI foi descrita pela primeira vez por *Weller et al.* em 1980. O termo "passiva" não descreve adequadamente o processo, pois, na realidade, é ativa. No entanto, quando ela foi introduzida pela primeira vez, o termo "passiva" relacionava-se com a ação não cortante do instrumento ativado por ultrassom. (30)

Para *Weller et al* (1980) e *Moorer e Wesselink* (1982), citados em *van der Sluis*, a remoção de microrganismos, detritos dentinários e tecido orgânico aderidos aos canais, deve-se à oscilação ultrassônica de uma lima ou arame fino no interior do canal. (30)

Assim, a PUI baseia-se na transmissão de energia acústica ao irrigante presente nos canais radiculares. A energia é transmitida, induzindo os fenômenos denominados por: *acoustic streaming* e de cavitação. (30)

A cavitação é definida como formação de cavidades ou bolhas no meio líquido, contendo gás, quando o vácuo implode, as ondas de choque criadas propagam-se através do líquido. Estas bolhas, quando associadas ao fenômeno de *acoustic streaming*, segundo *Marin e Cunningham*, produzem um fluxo rápido do irrigante com movimento de forma de um vortex. (7)

As limas funcionam com movimento de vibração transversal e criam um padrão de nós e anti-nós ao longo do instrumento ultrassônico. (30) Esta vibração causa alteração de pressão e aumenta o stress sobre as paredes dentinárias. Esta pressão, tal como acontece com a cavitação, é essencial para destacar os biofilmes aderidos, após o ataque químico enfraquecer estes substratos. (7) (Ver Figura 6, em Anexos do Capítulo I)

Após a preparação mecânica dos canais radiculares, uma pequena lima ou fio de arame liso é introduzido no centro do canal radicular, até uma profundidade de 1 mm antes de se atingir o ápex dentário. Quando o instrumento ultrassônico não oscila livremente no interior do canal temos uma ação acústica menos intensa. Assim, fatores como o aumento da intensidade e vibração do ultrassom, e também o uso de um instrumento mais fino aumentam a frequência e a amplitude de oscilação do instrumento, o que potencializa a corrente acústica criada, melhorando a hidrodinâmica do irrigante e a sua capacidade de entrar em contacto com toda o SCR, levando à melhoria da sua limpeza. (15, 30)

Tanto *Zeltner* como *van der Sluis*, afirmam que devido à vibração acústica gerada pelo ultrassom, há um aquecimento da solução irrigante, o que potencializa a sua ação sobre os tecidos orgânicos e efeito antimicrobiano. (10, 35)

Cameron et al, citado em *van der Sluis*, separam em 2 métodos de fluxo de irrigação: método intermitente e contínuo. No primeiro, o irrigante é injetado no interior do canal através de uma seringa e posteriormente ativado (*Intermittent flush method*).

No método contínuo (CUI), o que acontece é uma injeção e ativação da solução pelo instrumento. (30) Na CUI, o irrigante é liberado por uma seringa conectada ao instrumento ultrassônico. (36)

Segundo *Li-Sha Gu*, esta libertação contínua do irrigante permite a renovação da solução, e aí reside a vantagem da CUI. Como anteriormente afirmado, o NaOCl é o irrigante mais usado em endodontia e instabilidade do cloro leva a que seja consumido rapidamente, em cerca de 2 minutos, e o ideal seria que se conseguisse fluxo e renovação contínua. (3)

Segundo Van der Sluis, a eficácia da PUI está relacionada com: (30, 35)

- Diâmetro e conicidade do canal radicular e diâmetro do instrumento;
- O modo de aplicação do irrigante;
- Tempo de irrigação.

Em 2007, *Burleson et al.*, fizeram uma avaliação in vivo, para comparar a eficácia na eliminação de biofilmes e tecido necrótico exclusivo de técnicas de instrumentação manuais e rotatórias ao qual foi adicionado 1 minuto de ativação ultrassônica. Este estudo contou com uma amostra de 48 adultos aos quais foi diagnosticado necrose pulpar com periodontite periapical aguda e crônica. Foram criados 3 grupos. G1- irrigação manual; G2- irrigação final por ultrassons e G3- Grupo de controle. Concluíram que a adição de 1 minuto de ativação ultrassônica sobre o NaOCl melhorou significativamente a limpeza do canal. (37)

Desai e Van Himel (2009), compararam a segurança de vários sistemas de irrigação. Os autores deste estudo, compararam sistemas EndoVac (ANP), EndoActivator (ativação sônica), Irrigação convencional, um sistema CUI e o RiseEndo (ANP). Os resultados evidenciaram que o sistema EndoVac foi superior à PUI na extrusão do irrigante. Irrigação convencional e CUI tiveram os piores resultados. (38)

Townsend e Maki em 2009, comparam a capacidade de diversas técnicas de ativação de irrigante remover bactérias de um canal simulado in vitro. Foram usados os sistemas: PUI, Max-i-Probe, Endovac, Endoactivator e MicroMega 1500 (ambos irrigação sónica). Concluíram que nenhum dos sistemas têm capacidade de eliminar completamente as bactérias presentes no interior dos canais. No entanto, a capacidade de remoção de bactérias foi significativamente superior na PUI. (39)

Em 2010, *Jiang et al.* Fizeram uma comparação entre a capacidade de ativação sónica e ultrassónica. Os autores afirmam que perante o grupo de controlo, a remoção de detritos era muito superior nos grupos ativados. A PUI obteve melhores resultados, esta técnica permitiu remoção de detritos dentinários em 89% das paredes do canal, ao passo que a ativação sónica obteve apenas 5,5% a 6,7% da superfície livre de detritos. Segundo os autores esta diferença tem relação com a elevada frequência de funcionamento e da maior amplitude de oscilação dos instrumentos, que geram um fluxo maior do irrigante. (40)

Van der Sluis et al. (2010), fez uso da técnica de ativação ultrassónica de fluxo intermitente, no qual avaliaram a influência da renovação do irrigante em relação à limpeza do SCR. O NaOCL quando ativado por US ofereceram os melhores resultados. Concluíram que quando usados 3 ciclos de irrigação/repouso/ativação melhorou o resultado. Segundo os autores, provavelmente, pelo efeito acumulativo da substância química. (35)

Caron et al., (2010) comparou remoção da smear layer em diferentes protocolos de irrigação. Aqui apenas foram usados aparelhos sónicos, MDA, o sistema RiseEndo e irrigação convencional. Os autores afirmam que a limpeza do canal sai beneficiada quando usamos algum sistema de ativação, essencialmente o sistema de ativação sónica ou o MDI. (41)

Cesar de Gregorio et al., em 2010, avaliaram a eficácia de diferentes sistemas de irrigação na penetração do NaOCL em canais laterais e a sua capacidade atingir o comprimento de trabalho (CT). Usam 5 tipos sistemas de ativação: EndoActivator; F-File; PUI; Endovac (ANP) e o grupo de controlo com irrigação de seringa. Os autores concluíram que o EndoVac foi mais eficaz na irrigação de todo o CT, no entanto a PUI apresenta melhores resultados na limpeza dos canais laterais. (18)

Paragliola et al. (2010), confirmaram a vantagem do uso da PUI. Segundo os autores, a agitação promovida por este método promove uma penetração superior do irrigante nos túbulos dentinários e zona apical do canal. (42)

Blank-Gonçalves et al. (2011) avaliaram a remoção da *smear layer* no terço apical em canais curvos usando irrigação convencional e sistemas de ativação do irrigante. Divididos Irrigação convencional, Irrigação ultrassônica e irrigação sônica. Os autores revelaram que os sistemas irrigação que fazem uso de sistemas de ativação obtiveram significativamente melhores resultados na remoção da *smear layer* do que a irrigação convencional. Tendo a ativação ultrassônica apresentado melhores resultados do que a irrigação sônica. (43)

Jiang et al., 2012, fez uma comparação entre a remoção de detritos dentinários em irregularidades localizadas na zona apical, promovido por sistemas mecânicos de irrigação como o MDA, EndoVac, CUI, o Safelrigrator e o sistema convencional. A CUI apresenta o melhor resultado e a irrigação convencional foi a menos eficaz. (44)

Castelo-Baz et al (2012), avaliaram in vitro, as diferenças entre PUI, CUI e irrigação convencional na penetração do irrigante na zona apical e em canais laterais em canais com curvaturas. Separados em 3 grupos, G1) Irrigação convencional; G2) PUI e G3) CUI. Este trabalho afirma que a CUI foi mais eficaz em ambos os parâmetros de irrigação. (45)

Também durante o ano de 2012, *Curtis et al.*, numa avaliação de remoção de detritos dos canais radiculares, compararam o sistema VPro StreamClean (CUI) com a irrigação convencional por agulha. E concluíram que a presença de detritos dentinários na zona mais apical do SCR era muito inferior se fosse usada na irrigação um sistema ultrassônico. (36)

Joy et al., em 2014 avaliou a capacidade de eliminação de biofilmes usando irrigação convencional e PUI. Dividindo em dois grupos, entre irrigação convencional e PUI. E ainda divididos em subgrupos onde 10 de cada grupo foram preparados com termino apical nº20 e nº40 com conicidade 0.04 e 0.08 respectivamente. Os autores deste estudo afirmam que a agitação do irrigante com ultrassons foi relevante para a remoção de biofilme, oferecendo assim melhores resultados. Mas também deram importância ao alargamento suficiente dos canais e volume de solução usado. (46)

Justo et al, (2014) elaboraram um trabalho sobre a remoção de detritos em canais laterais simulados o NaOCL e CHX com e sem ativação ultrassônica. Segundo os autores, todos os grupos ativados tiveram melhor resultados quando comparados à irrigação convencional. Também o uso do NaOCL produz vantagem sobre os outros irrigantes. (47)

Layton et al, (2015) avaliaram a dinâmica de fluidos e a capacidade de remoção de biofilmes usando irrigação passiva com seringa, a PUI e a CUI. Este autor concluir a CUI foi a técnica mais eficaz naquilo que concerne à eliminação de biofilmes e também a melhor solução para o terço apical. (48)

Em 2016, *Boutsioukis et al*, fizeram um estudo usando 54 dentes humanos, com objetivo de observar a quantidade de dentina que era removida de forma não controlada. Dentes preparados mecanicamente e irrigados seguindo o mesmo protocolo. Os espécimes foram divididos em 3 grupos. Grupo 1= PUI com lima 15k; Grupo 2= PUI com pontas IrriSafe (criadas para não causarem danos aos canais radiculares) e o Grupo 3= Grupo de controle, onde não houve ativação. Tanto no G1 como G2 foram usadas apenas a 35% da potencia recomendada pelo fabricante. Os autores deste estudo notaram que em ambos os grupos foi removida dentina indevidamente. O Grupo 1, foi aquele que apresentou maior volume de dentina removida e a um nível mais apical. Com o uso das pontas IrriSafe, também houve algum efeito de corte sobre a dentina, de forma significativamente inferior; A importância clínica deste achado está relacionada com a prevenção de falsos trajetos. É necessário notar que mesmo com o uso de padrões de intensidade abaixo do recomendado se fazem sentir os cortes na dentina. Assim, estes autores confirmam o que o nome "passivo" pode não ser o mais adequado quando falamos deste tipo de irrigação ultrassônica e que os protocolos podem necessitar de ser revistos. (49)

Num estudo, *Koçac et al*. (2016), concluíram que o uso da PUI melhorou a eficácia da irrigação na remoção da smear layer, principalmente nos terços médio e coronal. No terço apical a sua capacidade de remoção não foi tão significativa. (50)

6. Conclusão

A revisão demonstra que para se atingirem bom prognósticos é necessário desinfetar e conformar o sistema de canais radiculares, para posteriormente se poder obter um selamento tridimensional e hermético do espaço endodôntico. De modo a que o objetivo seja alcançado, é necessário reduzir a população bacteriana presente e os seus subprodutos para níveis subclínicos, compatíveis com a cicatrização dos tecidos circundantes.

As soluções desinfetantes usadas na irrigação do SCR são variadas, no entanto o hipoclorito de sódio permanece como a mais utilizada e mais eficaz na atualidade.

A ativação ultrassônica, em conjunto com a renovação das soluções irrigantes, são fundamentais para que se consigam as melhores taxas de desinfecção possíveis. É evidente pela revisão realizada que a PUI é um método eficaz de potenciar a atividade dos irrigantes, melhorando a sua capacidade de dissolução de resto pulpare, remoção da *smear layer* e, conseqüente, desinfecção.

7. Bibliografia

Uncategorized References

1. Endodontology ESo. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *International Endodontic Journal*. 2006;39(12):921-30.
2. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics*. 2012;27(1):74-102.
3. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod*. 2009;35(6):791-804.
4. Susin L, Liu Y, Yoon JC, Parente JM, Loushine RJ, Ricucci D, et al. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J*. 2010;43(12):1077-90.
5. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am*. 2010;54(2):291-312.
6. Ruddle CJ. Endodontic disinfection: Tsunami irrigation. *ADVANCED ENDODONTICS 2008*:1-10.
7. Cohenca N. Disinfection of Root Canal Systems: the treatment of apical periodontitis Cohenca N, editor: Wiley Backwell; 2014. 372 p.
8. Figdor D, Sundqvist G. A big role for the very small—understanding the endodontic microbial flora. *Australian Dental Journal*. 2007;52:S38-S51.
9. Stojicic S, Shen Y, Haapasalo M. Effect of the source of biofilm bacteria, level of biofilm maturation, and type of disinfecting agent on the susceptibility of biofilm bacteria to antibacterial agents. *J Endod*. 2013;39(4):473-7.
10. Zeltner M, Peters OA, Paque F. Temperature changes during ultrasonic irrigation with different inserts and modes of activation. *J Endod*. 2009;35(4):573-7.
11. Schafer E. Irrigation of the root canal. *ENDO 2007*. 2007;1(1):11-27.
12. Ricucci D, Siqueira JF, Jr. Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings. *J Endod*. 2010;36(8):1277-88.
13. Shen Y, Stojicic S, Haapasalo M. Antimicrobial efficacy of chlorhexidine against bacteria in biofilms at different stages of development. *J Endod*. 2011;37(5):657-61.
14. Hélio Pereira Lopes JFSJ. *Endodontia Biologia e Técnica 3ed*: Guanabara Koogan; 2010. 968 p.
15. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Langedijk J, Wesselink P, van der Sluis LW. The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod*. 2011;37(5):688-92.
16. Bryce G, O'Donnell D, Ready D, Ng YL, Pratten J, Gulabivala K. Contemporary root canal irrigants are able to disrupt and eradicate single- and dual-species biofilms. *J Endod*. 2009;35(9):1243-8.
17. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Heilborn C, Cohenca N. Effect of EDTA, sonic, and ultrasonic activation on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals: an in vitro study. *J Endod*. 2009;35(6):891-5.
18. de Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod*. 2010;36(7):1216-21.
19. Basrani B. *Endodontic Irrigation Chemical disinfection of the root canal system*: Springer; 2015.
20. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J*. 2014;216(6):299-303.
21. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod*. 2006;32(5):389-98.

22. Clarkson RM, Podlich HM, Moule AJ. Influence of Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Active Chlorine Content of Sodium Hypochlorite Solutions When Mixed in Various Proportions. *Journal of Endodontics*. 2011;37(4):538-43.
23. Stephen Cohen KMH, Louis H. Berman Cohen: *Caminhos da Polpa*. 10 ed 2011. 928 p.
24. Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spano JC, Marchesan MA, Pecora JD. Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Brazilian dental journal*. 2002;13(2):113-7.
25. Dutner J, Mines P, Anderson A. Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. *J Endod*. 2012;38(1):37-40.
26. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod*. 2007;33(2):81-95.
27. Khedmat S, Shokouhinejad N. Comparison of the Efficacy of Three Chelating Agents in Smear Layer Removal. *Journal of Endodontics*. 2008;34(5):599-602.
28. González-López S, Camejo-Aguilar D, Sanchez-Sanchez P, Bolaños-Carmona V. Effect of CHX on the Decalcifying Effect of 10% Citric Acid, 20% Citric Acid, or 17% EDTA. *Journal of Endodontics*. 2006;32(8):781-4.
29. Krishnamurthy S, Sudhakaran S. Evaluation and prevention of the precipitate formed on interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine. *J Endod*. 2010;36(7):1154-7.
30. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J*. 2007;40(6):415-26.
31. Bronnec F, Bouillaguet S, Machtou P. Ex vivo assessment of irrigant penetration and renewal during the final irrigation regimen. *Int Endod J*. 2010;43(8):663-72.
32. Boutsoukis C, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink PR, et al. The effect of needle-insertion depth on the irrigant flow in the root canal: evaluation using an unsteady computational fluid dynamics model. *J Endod*. 2010;36(10):1664-8.
33. Darcey J. *Modern Endodontic Principles Part 4: Irrigation*. *Dental Update*. 2016;43(1):20-33.
34. Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ, Wimmer C, Susin L, Zhang K, et al. Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *J Endod*. 2010;36(4):745-50.
35. van der Sluis LW, Vogels MP, Verhaagen B, Macedo R, Wesselink PR. Study on the influence of refreshment/activation cycles and irrigants on mechanical cleaning efficiency during ultrasonic activation of the irrigant. *J Endod*. 2010;36(4):737-40.
36. Curtis TO, Sedgley CM. Comparison of a continuous ultrasonic irrigation device and conventional needle irrigation in the removal of root canal debris. *J Endod*. 2012;38(9):1261-4.
37. Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *J Endod*. 2007;33(7):782-7.
38. Desai P, Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod*. 2009;35(4):545-9.
39. Townsend C, Maki J. An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *J Endod*. 2009;35(7):1040-3.
40. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, van der Sluis LW. Evaluation of a sonic device designed to activate irrigant in the root canal. *J Endod*. 2010;36(1):143-6.
41. Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *J Endod*. 2010;36(8):1361-6.
42. Paragliola R, Franco V, Fabiani C, Mazzoni A, Nato F, Tay FR, et al. Final Rinse Optimization: Influence of Different Agitation Protocols. *Journal of Endodontics*. 2010;36(2):282-5.
43. Blank-Goncalves LM, Nabeshima CK, Martins GH, Machado ME. Qualitative analysis of the removal of the smear layer in the apical third of curved roots: conventional irrigation versus activation systems. *J Endod*. 2011;37(9):1268-71.
44. Jiang LM, Lak B, Eijsvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LW. Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *J Endod*. 2012;38(6):838-41.

45. Castelo-Baz P, Martin-Biedma B, Cantatore G, Ruiz-Pinon M, Bahillo J, Rivas-Mundina B, et al. In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals of extracted teeth. *J Endod.* 2012;38(5):688-91.
46. Joseph Joy JM, V M Mohammed Sagir, Biju P Babu, Kennet J Chirayath, Hisham Hameed. Bacterial Biofilm Removal Using Static and Passive Ultrasonic Irrigation. *Journal of International Oral Health* 2015;7(7):42-5.
47. Martins Justo A, Abreu da Rosa R, Santini MF, Cardoso Ferreira MB, Pereira JR, Hungaro Duarte MA, et al. Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. *J Endod.* 2014;40(12):2009-14.
48. Layton G, Wu WI, Selvaganapathy PR, Friedman S, Kishen A. Fluid Dynamics and Biofilm Removal Generated by Syringe-delivered and 2 Ultrasonic-assisted Irrigation Methods: A Novel Experimental Approach. *J Endod.* 2015;41(6):884-9.
49. Boutsoukis C, Tzimpoulas N. Uncontrolled Removal of Dentin during In Vitro Ultrasonic Irrigant Activation. *J Endod.* 2016;42(2):289-93.
50. Kocak S, Bagci N, Cicek E, Turker SA, Can Saglam B, Kocak MM. Influence of passive ultrasonic irrigation on the efficiency of various irrigation solutions in removing smear layer: a scanning electron microscope study. *Microsc Res Tech.* 2017;80(5):537-42.

Anexos do Capítulo I

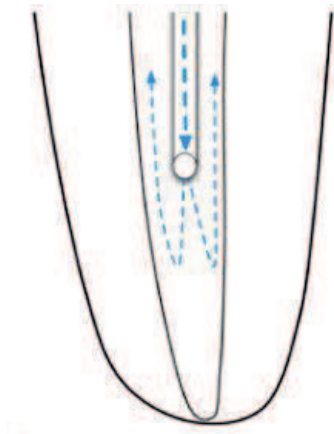


Figura 2. Exemplo do fluxo do irrigante usado Irrigação por Pressão Positiva. Adaptado de Darcey et al. (33)

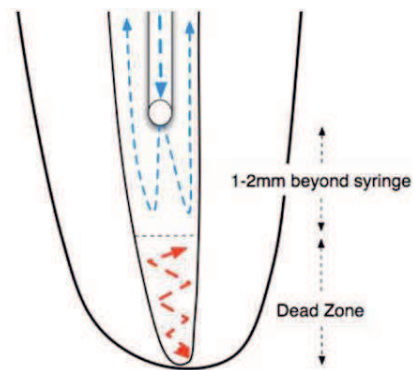


Figura 3. Criação de zona onde não existe fluxo de irrigante. Adaptado de Darcey et al. (33)

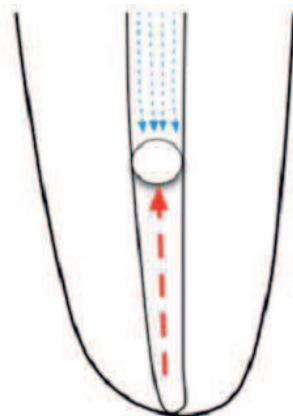


Figura 4. Efeito "Vapor Lock". Adaptado de Darcey et al. (33)

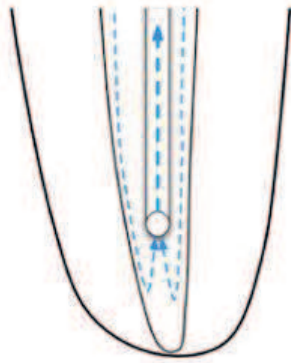


Figura 5. Exemplo do funcionamento da Irrigação-Aspiração. Adaptado de Darcey et al. (33)

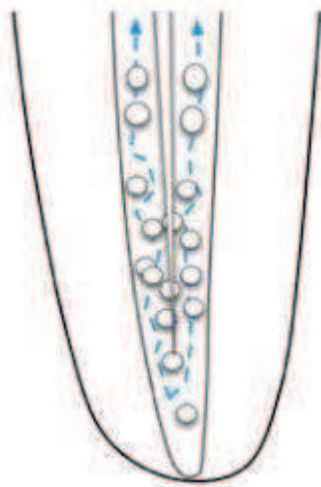


Figura 6. Ativação do irrigante ultrassônicamente. Adaptado de Darcey et al. (33)

(Figuras 2, 3, 4, 5 e 6: *Reproduced from Dental Update (ISSN 0305-5000), with permission from George Warman Publications (UK) Ltd.*)

**ELSEVIER LICENSE
TERMS AND CONDITIONS**

Apr 18, 2017

This Agreement between Joaquim Cardoso ("You") and Elsevier ("Elsevier") consists of your license details and the terms and conditions provided by Elsevier and Copyright Clearance Center.

License Number	4092150133104
License date	Apr 18, 2017
Licensed Content Publisher	Elsevier
Licensed Content Publication	Journal of Endodontics
Licensed Content Title	Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices
Licensed Content Author	Lisha Gu, Jong Ryul Kim, Junqi Ling, Kyung Kyu Choi, David H. Pashley, Franklin R. Tay
Licensed Content Date	June 2009
Licensed Content Volume	35
Licensed Content Issue	6
Licensed Content Pages	14
Start Page	791
End Page	804
Type of Use	reuse in a thesis/dissertation
Portion	figures/tables/illustrations
Number of figures/tables/illustrations	1
Format	electronic
Are you the author of this Elsevier article?	No
Will you be translating?	Yes
Number of languages	1
Languages	Portuguese
Order reference number	
Original figure numbers	Figure 1
Title of your thesis/dissertation	Root canal irrigants and ultrasonic activation
Expected completion date	Jun 2017
Estimated size (number of pages)	30
Elsevier VAT number	GB 494 6272 12
Requestor Location	Joaquim Cardoso Lousada Porto Porto, 4620 Portugal Attn: Joaquim Cardoso
Publisher Tax ID	GB 494 6272 12
Total	0.00 EUR

Order Completed

Thank you for your order.

This Agreement between Joaquim Cardoso ("You") and John Wiley and Sons ("John Wiley and Sons") consists of your order details and the terms and conditions provided by John Wiley and Sons and Copyright Clearance Center.

License number	Reference confirmation email for license number
License date	Jun, 22 2017
Licensed Content Publisher	John Wiley and Sons
Licensed Content Publication	Wiley Books
Licensed Content Title	Disinfection of Root Canal Systems: The Treatment of Apical Periodontitis
Licensed Content Author	Nestor Cohenca (Editor)
Licensed Content Date	Sep 1, 2014
Licensed Content Pages	376
Type of use	Dissertation/Thesis
Requestor type	University/Academic
Format	Electronic
Portion	Figure/table
Number of figures/tables	5
Original Wiley figure/table number(s)	Figure 11.2, 11.3, 11.4, 11.5 e 11.6
Will you be translating?	Yes, without English rights
Number of languages	1
Languages	Portuguese
Title of your thesis / dissertation	Root canal irrigants and ultrasonic activation
Expected completion date	Jun 2017
Expected size (number of pages)	30
Requestor Location	Joaquim Cardoso Lousada Porto Porto, 4620 Portugal Attn: Joaquim Cardoso
Publisher Tax ID	EU826007151
Billing Type	Invoice
Billing address	Joaquim Cardoso Lousada Porto Porto, Portugal 4620 Attn: Joaquim Cardoso
Total	0.00 EUR

JL' Cardoso
ter 04/04, 16:37
matthias.zehnder@zsm.uzh.ch

Hi,
My name is Joaquim Cardoso and I'm student of the 5th year of Dentistry at IUCS (from Porto - Portugal).
I'm conducting my thesis about the theme "Root canal irrigants and ultrasonic activation".

I'm at the moment reading your article about root canal irrigants from 2006.
And, I found an interesting image about the features of the most common irrigants.... and I wonder if I can use that table.

Thanks for your great work!

Best regards,
Joaquim Cardoso

Matthias Zehnder <matthias.zehnder@zsm.uzh.ch>
ter 04/04, 16:48

Hey Joaquim

Are you talking about the Table? Sure you can use it, but I guess you would have to alter the layout a bit so that you do not get in trouble with the publisher.

Greetings

Matt

*Matthias Zehnder, Prof. Dr. med. dent., PhD
Head, Division of Endodontology
University of Zürich
Department of Preventive Dentistry, Periodontology and Cariology
Plattenstrasse 11
CH-8032 Zürich, Switzerland
Phone +41 (0)44 634 3438
matthias.zehnder@zsm.uzh.ch*

*Editor-in-Chief, Swiss Dental Journal, Research and Science
<http://www.swissdentaljournal.org/science.html>*

JL' Cardoso
sáb 29/04, 15:09
James.Darcey@cmft.nhs.uk

Hi,
My name is Joaquim Cardoso and I'm student of the 5th year of Dentistry at IUCS (from Porto - Portugal).
I'm conducting my thesis about the theme "Root canal irrigants and ultrasonic activation".

I'm at the moment reading your article "Modern Endodontic Principles Part 4: Irrigation"

And, I saw some interesting images about the mode of delivery of irrigants.... i.e. figure 5 and 6... Would you allow me to use them?

Of course I will give the credits about the image!
Thanks for your great work!

Best regards,
Joaquim Cardoso

Angela Stroud <astroud@georgewarman.co.uk>
ter 02/05, 10:04

Dear Joaquim

We, as publishers, would appreciate an acknowledgement along the lines of:

'Reproduced from Dental Update (ISSN 0905-5000), with permission from George Warman Publications (UK) Ltd.'

Best wishes

Angela Stroud
Editor, Dental Update

Capítulo II – Relatório das Atividades Práticas das Disciplinas de Estágio Supervisionado

1. Estágio em Clínica Geral Dentária

O Estágio em Clínica Geral Dentária foi realizado na Clínica Filinto Baptista, no Instituto Universitário Ciências da Saúde, em Gandra - Paredes, num período de 5 horas semanais, às sextas-feiras das 19h00-24h00 (entre 16 de setembro de 2016 a 9 de junho de 2017). Estágio supervisionado pelo Mestre João Batista.

O referido estágio revelou-se muito proveitoso. Desenvolver a capacidade de traçar um correto diagnóstico, o consequente plano de tratamento e a realização do mesmo possibilitaram a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo dos 5 anos de curso, proporcionando as competências médico-dentárias necessárias para o exercício da profissão.

Ato Clínico	Operador	Assistente	Total
Dentisteria	11	7	19
Endodontia	4	4	8
Exodontias	2	-	2
Periodontologia	1	5	6
Outros	4	1	5

Tabela 2. Número de atos clínicos realizados como operador e como assistente, durante o Estágio de Clínica Geral Dentária.

2. Estágio em Clínica Hospitalar

O Estágio em Clínica Geral Dentária foi realizado no Hospital N.ª Sr.ª de Oliveira, em Guimarães, num período de 3,5 horas semanais, às Quartas-feiras das 9h00-12h30 (entre 14 de setembro de 2016 a 14 de junho de 2017). Este estágio foi supervisionado pela Professora Doutora Ana Azevedo.

O referido estágio revelou-se uma grande mais valia para o nosso desempenho enquanto Médico Dentista. A necessidade de atendimento eficiente e o relacionamento com pacientes com necessidades e realidades diferentes daqueles que apareciam na Clínica Dentária, pacientes medicamente comprometidos e com doenças especiais ofereceram uma nova visão sobre a nossa prática clínica. A exigência da Clínica Hospitalar foi essencial para abertura de novos horizontes para a nossa profissão, construir e alicerçar autonomia e desenvolver novas capacidades para a aplicação prática daquilo que adquirimos ao longo deste percurso.

Ato Clínico	Operador	Assistente	Total
Dentisteria	32	-	32
Endodontia	10	-	10
Exodontias	43	3	46
Periodontologia	38	2	40
Outros	10	-	10

Tabela 3. Número de atos clínicos realizados como operador e como assistente, durante o Estágio em Clínica Hospitalar.

3. Estágio em Saúde Oral e Comunitária

O Estágio em Saúde Oral e Comunitária contou com uma carga horária semanal de 3,5 horas, compreendidas entre as 09h00 e as 12h30 de terça-feira, sob a supervisão do Professor Doutor Paulo Rompante. Durante a primeira fase deste estágio foi desenvolvido um plano de atividades, que visava a motivação para a higiene oral, a definição do conceito de saúde oral e o esclarecimento de dúvidas acerca das doenças e problemas referentes à cavidade oral. Estes objetivos seriam alcançados através de sessões de esclarecimento junto dos grupos abrangidos pelo Programa Nacional de Promoção de Saúde Oral (PNPSO).

Na segunda fase do Estágio em Saúde Oral e Comunitária, procedeu-se à implementação do PNPSO junto das crianças inseridas no ensino Pré-Escolar e Primeiro Ciclo do Ensino Básico, da Escola Básica da Ilha e da Escola Básica da Estação, situadas no concelho de Valongo e Escola de Recarei no concelho de Paredes. Para além das atividades inseridas no PNPSO, realizou-se um levantamento de dados epidemiológicos recorrendo a inquéritos fornecidos pela OMS num total de 140 crianças, com idades compreendidas entre os 3 e 12 anos.

Este estágio foi regido pelo seguinte cronograma:

Mês	Dia	Localização	Atividade
Janeiro	31	EB Ilha	Apresentação do cronograma;
Fevereiro	7	EB Estação	Educação para a saúde oral e atividades didáticas
	14	EB Ilha	Educação para a saúde oral e atividades didáticas
	21	EB Estação	Recolha de dados (16 crianças); Técnicas de escovagem.
	28	Pausa Letiva	Carnaval
Março	7	EB Ilha	Recolha de dados (13 crianças); atividades didáticas;
	14	EB Estação	Recolha de dados (19 crianças); atividades didáticas;
	21	EB Ilha	Recolha de dados (12); Técnicas de escovagem e atividades didáticas
	28	EB Estação	Recolha de dados (17 crianças); Atividades didáticas;
Abril	4	Pausa Letiva	Férias de Páscoa
	11	Pausa Letiva	Férias de Páscoa
	18	EB Ilha	Recolha de dados (22); Atividades didáticas;
	25	Feriado	---

Maio	4	EB Estação	Recolha de dados (11); Reforço de técnicas de escovagem; Atividades didáticas;
		EB Recarei	Apresentação do projeto; Diálogo com os responsáveis da escola.
	9	Pausa Letiva	Queima das Fitas
	16	EB Ilha	Recolha de dados (14); Reforço de técnicas de escovagem; Atividades didáticas;
		EB Recarei	Recolha de dados dos alunos com autorização por parte dos encarregados de educação; Motivação à higiene; Técnicas de escovagem;
	23	EB Estação	Recolha de dados (14); Atividades didáticas;
		EB Recarei	Recolha de dados dos alunos com autorização por parte dos encarregados de educação; Motivação à higiene; Técnicas de escovagem;
	30	IUCS	
Junho	6	Centro Social de Ermesinde	Rastreios de saúde oral; Motivação para a higiene oral;
	13	CSE	Rastreios de saúde oral; Motivação à higiene;
		IUCS	Apresentação final dos dados epidemiológicos recolhidos.