

João Rui Duarte Pinto de Oliveira

Reciclagem Seletiva de Canais Radiculares

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2016

João Rui Duarte Pinto de Oliveira

Reciclagem Seletiva de Canais Radiculares

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade Ciências de Saúde

Porto, 2016

João Rui Duarte Pinto de Oliveira

Reciclagem Seletiva de Canais Radiculares

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

Atestando a originalidade do trabalho,

(João Rui Duarte Pinto de Oliveira)

Porto, 2016

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus Pais e aos meus Irmãos, por serem um pilar sempre presente nos melhores momentos e nos mais difíceis. Sem eles nada disto seria possível.

Obrigado

Agradecimentos

Quero agradecer aos meus Pais por me fazerem acreditar e por me terem proporcionado este curso;

Aos meus Irmãos, Mari e Kikos que sempre me apoiaram;

Aos meus Tios e Primos que como parte integrante da minha grande Família tornaram este caminho mais fácil;

À minha namorada Joana Eiró, que sempre me apoiou e tornou-se um pilar no meu percurso;

A todos os meus Amigos e Colegas de curso que me acompanharam ao longo deste percurso;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Duarte Antunes Guimarães, que com a sua sabedoria foi incansável, esteve sempre presente e disposto a ajudar;

E por fim, a todos os meus Professores que com a sua vasta sabedoria e capacidade para ensinar me moldaram e enriqueceram dentro do mundo da Medicina Dentária.

Um muito obrigado a todos!

Resumo

Introdução: O presente trabalho introduz um novo tema na área da Endodontia: *Reciclagem Seletiva de Canais Radiculares*. Tem os mesmos princípios de desinfecção, conformação e obturação que o retratamento endodôntico não cirúrgico convencional, no entanto é menos invasivo. Está indicado em casos de insucesso prévio no tratamento endodôntico e na presença de próteses.

Objetivos: Esta dissertação tem como objectivo principal apresentar um possível novo tratamento na área da Endodontia. Procedeu-se a uma revisão bibliográfica, analisando a literatura que versa o tema, de modo a introduzi-lo dentro da área do retratamento endodôntico não cirúrgico nos seus diferentes procedimentos: Desobturação e materiais utilizados, instrumental utilizado, irrigantes e a sua utilidade e aplicabilidade na prática clínica.

Materiais e Métodos: Para a elaboração da presente dissertação, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, no presente ano, recorrendo-se aos motores de pesquisa on-line: *b-On, Pubmed, Scielo e Google Académico*, realizando a pesquisa através das palavras-chave: “*endodontic retreatment*”, “*root canal system*”, “*endodontic irrigation*”, “*endodontic solvent*”, “*pro-taper*”, “*reciproc*”, “*clorohexidine*”, “*sodium hipoclorite*”, “*obturation*” que foram então combinadas entre si de múltiplas e sucessivas formas. Foram utilizados 50 artigos dos 87 seleccionados, um livro e uma revista.

Discussão: Na literatura científica, são comparados vários materiais para a realização do retratamento endodôntico não cirúrgico, como solvente o que melhores resultados apresenta na dissolução da Gutta-Percha é o Xilitol seguido do clorofórmio. Como solução irrigante a Clorohexidina tem um grande potencial nos casos de retratamento por ser mais eficaz em bactérias Gram+ e pela sua substantividade que permite que a sua actividade bacteriana seja contínua. O sistema Reciproc® pela sua forma em S no corte transversal e possuir dois bordos cortantes, aliados à sua composição pela nova liga M-Wire, mais resistente à torção e fadiga cíclica parece ser a melhor opção tanto para desobturação do SCR como re-instrumentação. Com a imagiologia tridimensional, a *Reciclagem Selectiva de Canais Radiculares* pode ser explorada e tornar-se uma técnica mais conservadora em casos de retratamento ao conseguir-se determinar qual a raiz com lesão apical.

Conclusão: Perante este novo método mais conservador de realizar o retratamento endodôntico não cirúrgico, o exame radiológico por CBCT é o grande responsável pela sua realização. Com ele podemos ter acesso à tridimensionalidade de todas as estruturas orais e conseqüentemente atingir um diagnóstico correcto, com mais informação disponível. Este novo método, aliado aos melhores materiais utilizados no RTENC convencional poderão permitir ao clínico a realização de um retratamento não cirúrgico seguro, mais conservador para a estrutura dentária e para potenciais próteses que possam estar presentes. São necessários mais estudos com um *follow-up* mais prolongado para determinar a real efetividade deste tratamento.

Abstract

Introduction: The following paper introduces a new theme in the Endodontics field: *Selective Root Canal Treatment*. It has the same principles of disinfection, conforming and obturation than the conventional nonsurgical root canal retreatment, however, is less invasive. It is indicated in cases of previous insucess in endodontic treatment and in the presence of prosthesis.

Objectives: This thesis main goal is to introduce a possible new treatment in the Endodontics field. A literature review has been done analyzing the existing literature in order to investigate the theme and in a way to introduce him in the nonsurgical endodontic retreatment in their different procedures: Filling removal and the instruments used, used instrumental, irrigants, its use and applicability in clinical practice.

Materials and Methods: In the carrying out of this literature review, it was used the online search engines, in the present year, such has: b-On, Pubmed, Scielo and Google Scholar, implementing research through the keywords: “endodontic retreatment”, ”root canal system”, “endodontic irrigation”, “endodontic solvent”, “pro-taper”, “reciproc”, “clorohexidine”, “sodium hipoclorite”, “obturation” combined afterwards between themselves. In total, 50 articles were used of the 87 selected, one book and one magazine.

Discussion: In the scientific literature, several materials are compared to perform the nonsurgical endodontic retreatment as solvent shows that better results in the dissolution of Gutta-percha is xylitol followed by chloroform. As irrigating solution Chlorhexidine has great potential in retreatment cases to be more effective on Gram + bacteria and their substantivity which enables its bacterial activity is ongoing. The Reciproc® system for its S-shape in cross section and has two cutting edges, combined with its composition by new alloy M-Wire, more resistant to torsion and cyclic fatigue seems to be the best option for both SCR removal procedure as re-instrumentation . With the three-dimensional imaging, selective recycling of root canals can be exploited and become a more conservative technique retreatment cases to achieve determine which is the root apical lesions.

Conclusion: Faced with this new, more conservative method of performing nonsurgical endodontic retreatment, radiological examination by CBCT is largely responsible for its realization. With it we can have access to the three-dimensionality of all oral structures and consequently achieve a correct diagnosis, with more information available. This new method, combined with the best materials used in conventional RTENC may allow the clinician performing a nonsurgical retreatment safer, more conservative for the tooth structure and potential prosthesis that may be present. Further studies are needed with longer follow-up to determine the actual effectiveness of this treatment.

Índice

Lista de Abreviaturas.....	I
Índice de Figuras	II
Índice de Tabelas	IV
I. Introdução.....	1
II. Desenvolvimento	2
1. Materiais e Métodos	2
2. Causas/ Critérios de Insucesso do TENC.....	2
2.1. Anatómicas	3
2.2. Microbiológicas	3
2.3. Infiltração Coronal.....	4
2.4. Erros de Instrumentação e Obturação.....	5
2.5. Erros de Irrigação	6
3. Métodos de Diagnóstico	6
3.1. Raio-X Convencional	6
3.2. Cone Beam Computerized Tomography CBCT	7
4. Técnicas e Materiais utilizados na Desobturação.....	8
4.1. Solventes Utilizados na Desobturação	8
4.1.1. Clorofórmio	8
4.1.2. Xylitol.....	9
4.1.3. Eucaliptol.....	9
4.1.4. À Base de Óleo de Laranja.....	10
4.2. Irrigantes para o RTENC.....	11
4.2.1. Hipoclorito de Sódio.....	11
4.2.2. Digluconato de Clorohexidina 2%	14
4.3. Instrumental para RTENC	15
4.3.1. Limas H	15
4.3.2. Limas ProTaper Universal Retreatment Files D1, D2, D3®.....	17
4.3.3. Limas de Movimento Reciprocante.....	18
4.3.3.1. Wave One Gold®	19
4.3.3.2. Reciproc®.....	20
4.3.4. Brocas Peeso.....	21
4.3.5. Brocas Gates-Glidden.....	22
4.3.6. Ultrassons	24

4.3.6.1. Em Irrigação	25
4.3.6.2. Na Remoção de Instrumentos.....	28
4.3.7. Pluggers	30
4.3.7.1. Kerr Buchanan System B ®	30
4.3.7.2. Dentsply Calamus 3D ®.....	31
4.3.7.3. Kerr Elements ®	32
5. Reciclagem Selectiva de Canais Radiculares	33
5.1. Relato de Caso	35
III. Discussão	39
IV. Conclusão	43
V. Bibliografia	44

Lista de Abreviaturas

TE – Tratamento Endodôntico

TENC – Tratamento Endodôntico Não-Cirúrgico

RTENC – Retratamento Endodôntico Não-Cirúrgico

RTEC – Retratamento Endodôntico Cirúrgico

EDTA – Ácido Etilenodiamino Tetra – Acético ou Ácido Cítrico

SCR – Sistema de Canais Radiculares

NaOCl – Hipoclorito de Sódio

CHX – Clorohexidina

GP – Gutta-Percha

Ni-Ti – Nickel-Titanium

PTUR – ProTaper Universal Retreatment®

PUI – Irrigação Ultrassônica Passiva

Índice de Figuras

- Fig. 1** - Cortes Coronal (A) e Axial (B) de CBCT através de um incisivo central maxilar restaurado com uma coroa com espigão retentivo. O endurecimento do raio provocado pelo espigão metálico resultou no aparecimento de faixas e bandas prejudicando a qualidade das imagens. (Adaptado de: Durack e Patel (2012)).....p.8
- Fig. 2** - Espaço criado no canal radicular para a colocação de espigão utilizando uma broca Peeso. (Adaptado de: Coniglio *et al.* (2008)).....p.22
- Fig. 3** - Várias brocas Gates-Glidden fabricadas em aço inoxidável (A) e imagem ao microscópio electrónico da ponta de trabalho (B). (Adaptado de: Johnson W.T.: *Color atlas of endodontics*, St. Louis, 2002, Saunders. *Cit in*: Hargreaves, K.M., Cohen, S. & Berman, L.H., 2016. *Cohen's pathways of the pulp*, 11th ed.).....p.23
- Fig. 4** – Imagem de microscópio electrónico após utilização dos três sistemas de irrigação no canal a 1, 3, 5 e 8 mm do ápice (1000x). (Adaptado de: Mancini *et al.* (2013)).....p.27
- Fig. 5** – Unidade termoplástica Calamus® para aquecimento e injeção de GP. (Adaptado de: Hargreaves, K.M., Cohen, S. & Berman, L.H., 2016. *Cohen's pathways of the pulp*, 11th ed.).....p.31
- Fig. 6** – Unidade de aquecimento Elements® para injeção e compactação de GP. (Adaptado de: Hargreaves, K.M., Cohen, S. & Berman, L.H., 2016. *Cohen's pathways of the pulp*, 11th ed.).....p.32
- Fig. 7** – Raio-X periapical pré-operatório (A) e Bitewing (B) do dente 37. (Adaptado de: Nudera (2015)).....p.35
- Fig. 8** – CBCT Axial (A) e Coronal (B) mostrando raiz distolingual por tratar (setas). (Adaptado de: Nudera (2015)).....p.36
- Fig. 9** – Vista coronal do CBCT ao nível oclusal com medições pré-operatórias (A). Vista clínica mostrando a cavidade de acesso usando as medidas de CBCT nas orientações mesiodistal (B) e vestibulolingual (C). (Adaptado de: Nudera (2015))...p.36
- Fig. 10** – Cavidade de acesso com visão do canal distolingual. (Adaptado de: Nudera (2015)).....p.37

- Fig. 11** – Raio-X periapical com a confirmação e identificação do canal distolingual e o comprimento de trabalho. (Adaptado de: Nudera (2015)).....p.37
- Fig. 12** – Raio-X periapical pós-operatório do dente 37. (Adaptado de: Nudera (2015)).....p.38
- Fig. 13** – Raio-X periapical (A) e CBCT vista coronal do dente 37 doze meses após tratamento. (Adaptado de: Nudera (2015)).....p.39
- Fig. 14** – Slot de acesso precisa desenhada para reciclagem selectiva dos canais mesiovestibular (MB), mesiovestibular 2 (MB2) e distovestibular (DB) do dente #16. (Adaptado de: Nudera (2015)).....p.41

Índice de Tabelas

- Tabela 1** – Percentagem de material obturador residual total em cada grupo (As barras de erro representam 95% do intervalo de confiança). (Adaptado de: Aydin *et al.* (2009)).....p.16
- Tabela 2** – Quantidade residual de material obturador por terços radiculares. (Adaptado de: Aydin *et al.* (2009)).....p.17
- Tabela 3** – Número de ciclos até à fractura (NCF) e o comprimento (mm) dos fragmentos fracturados dos instrumentos durante o teste cíclico de fadiga. (Adaptado de: Topçuoğlu *et al.*, (2016)).....p.20
- Tabela 4** – Número de raízes observadas com fracturas de acordo com os grupos. A incidência de fracturas foi de 16.6% no grupo de controlo negativo, 50% para as brocas Gates-Glidden, 22.2% para ProTaper Universal, 16.6% para Endoflare, 27.7% para Revo-S e 27.7% para HyFlex. (Adaptado de: Arslan *et al.*, (2014)).....p.23

I. Introdução

O retratamento endodôntico não cirúrgico (RTENC) do sistema de canais radiculares (SCR) é tradicionalmente considerado um tratamento com uma abordagem de “tudo ou nada”. É recomendado que todos os materiais obturadores e restauradores sejam removidos do sistema de canais radiculares independentemente da presença ou ausência de patologia periapical. Em contraste, a Endodontia cirúrgica não é vista como um tratamento de “tudo ou nada”. Tradicionalmente, apenas à raiz infectada é dirigido um tratamento à causa através de ressecção apical e obturação retrógrada. O uso da Tomografia Computadorizada por Feixe Cónico permite uma avaliação mais pormenorizada do estado periapical de raízes únicas associadas a dentes pluri-radiculares. Esta informação introduziu uma nova e conservadora abordagem de tratamento para dentes pluri-radiculares previamente tratados endodenticamente em que houve uma recidiva da doença. Esta nova abordagem é chamada de *Reciclagem Seletiva de Canais Radiculares*. Os métodos auxiliares de diagnóstico de imagem avançada permitem ao clínico tomar decisões de tratamento mais previsíveis no que diz respeito à presença ou ausência de patologia periapical de raízes individuais em vez de fazer premissas sobre o dente como um todo. O retratamento selectivo de canais combina a abordagem do tratamento não-cirúrgico com a selectividade da ressecção cirúrgica de raízes. Desta forma, o retratamento pode estar limitado a uma única raiz ou raízes que mostram marcadamente patologia periapical enquanto, que sem evidência de patologia visível ou perceptível, a (s) outra (s) podem permanecer intocadas.

A escolha deste tema, *Reciclagem Seletiva de Canais Radiculares*, surge pelo gosto e curiosidade científica do autor deste projecto de dissertação em explorar novas técnicas na crescente área que é a Endodontia. O facto de novos meios de diagnóstico possibilitarem novas abordagens clínicas no ramo da Endodontia é um factor a ser levado em conta para a evolução da Medicina Dentária. Este tema foi escolhido com o intuito de expor esta nova técnica e avaliar a sua aplicabilidade na prática clínica actual.

II. Desenvolvimento

1. Materiais e Métodos

Para a elaboração da presente dissertação, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, no presente ano, tendo-se recorrido à biblioteca Ricardo Reis da Universidade Fernando Pessoa e à biblioteca da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto. Nesta pesquisa recorreu-se aos motores de pesquisa *on-line*: *b-On*, *Pubmed*, *Scielo*, e *Google Académico*, realizando a pesquisa através das palavras-chave: “*endodontic retreatment*”, “*root canal system*”, “*endodontic irrigation*”, “*endodontic solvent*”, “*pro-taper*”, “*reciproc*”, “*clorohexidine*”, “*sodium hipoclorite*”, “*obturation*” que foram então combinadas entre si de múltiplas e sucessivas formas.

Definindo-se como critérios de inclusão artigos considerados essenciais e determinantes para o estudo do tema, nos idiomas português e inglês, com um limite temporal do ano de 2005 até 2016. Foram seleccionados 87 artigos e utilizados 50 artigos. Os critérios de exclusão definem-se como artigos cujo conteúdo não apresenta importância para a realização do trabalho e artigos anteriores a 2005.

Para além dos artigos foram também consultados um livro e uma revista, imprescindíveis para a realização deste trabalho.

2. Causas/ Critérios de Insucesso do TENC

Apesar da terapia inicial do SCR ser um procedimento previsível com altas taxas de sucesso, podem acontecer fracassos após o tratamento. Publicações recentes referem taxas de insucesso de 14% - 16% para o tratamento endodôntico primário. (Torabinejad *et al.*, 2009)

A falha nos tratamentos está, principalmente, relacionada com a ineficácia na remoção, manutenção ou nova infecção bacteriana, o que pode ser causada por erros nos procedimentos de desinfecção química e/ou preparo dos canais, de obturação e restauração. (Luckman, Dorneles e Grandó, 2013)

Estes incluem erros iatrogénicos como um mau desenho da cavidade de acesso, canais não tratados (principais e acessórios), canais com desinfecção e obturação deficiente, complicações durante a instrumentação (perfurações, degraus ou quebra de instrumentos) e sobre-extensão do material obturador para os tecidos periapicais. Micro-

infiltração coronal também é indicada como um motivo para a falha do TENC, tal como infiltração bacteriana intra e extra radicular e quistos radiculares. (Cohen 324)

Torabinejad *et al.* (2009) refere que a falta de recuperação é atribuída à infecção intra-radicular persistente que reside em canais não instrumentados, túbulos dentinários, ou nas complexas irregularidades existentes no SCR. As causas extra-radulares da falha do tratamento endodôntico (TE) incluem também actinomicose periapical, a reacção do organismo a um corpo estranho provocada pela extrusão de material obturador, a acumulação de cristais de colesterol endógeno nos tecidos apicais e uma lesão cística por resolver.

2.1. Anatómicas

Apesar de um meticuloso processo de limpeza, conformação, desinfecção e obturação do canal radicular, o TE pode, ainda assim, falhar em alguns casos, e as causas para o insucesso estão maioritariamente relacionadas com a persistência bacteriana no canal apical em áreas que não foram afectadas pelos procedimentos do TENC. Assim, as irregularidades anatómicas e/ou entidades patológicas tais como calcificações podem impedir a capacidade de alcançar os objectivos desejados do tratamento. As bactérias localizadas nas complexidades anatómicas tais como os túbulos dentinários, irregularidades, istmos e ramificações podem ser protegidas dos efeitos dos instrumentos e das substâncias químicas utilizadas no SCR. (Ricucci, Siqueira, 2008)

As anatomias mais complexas, principalmente SCR com curvaturas acentuadas são mais facilmente ultrapassadas de forma eficaz pela flexibilidade que as ligas Ni-Ti conferem aos instrumentos de rotação contínua e recíproca. (Plotino *et al.*, 2014)

2.2. Microbiológicas

Existe a convicção geral de que a maior causa para a falha do TE é a sobrevivência de microorganismos na porção apical dos canais dos dentes previamente obturados. Ao contrário das infecções endodônticas primárias, que são de natureza polimicrobiana e dominadas por bacilos anaeróbios gram-negativos, os microorganismos envolvidos nas infecções secundárias são compostas por uma ou poucas estirpes bacterianas. Nestas, os organismos predominantes são gram-positivos facultativos com uma distribuição limitada de espécies bacterianas ou até monoinfecções. (Stuart *et al.*, 2006; Carr *et al.*, 2009)

Zehnder (2006) afirma também que as espécies anaeróbias são mais facilmente erradicadas durante o tratamento do SCR. Por outro lado, as bactérias facultativas como as *nonmutants Streptococcus*, *Enterococcus* e *Lactobacillus*, assim que estabelecidas no SCR, têm uma maior probabilidade de sobreviver à instrumentação e à medicação intracanal. Em particular, *Enterococcus faecalis* ganhou atenção dentro da literatura endodôntica que refere poder ser frequentemente isolada em casos de falha no TE.

E. Faecalis está associada a diferentes formas de doença periapical incluindo infecções endodônticas primárias e em infecções persistentes. Na categoria das infecções endodônticas primárias, *E. faecalis* está associada às lesões periapicais crónicas assintomáticas de forma mais significativa relativamente à periodontite periapical aguda ou ao abscesso periapical agudo com uma incidência entre 4 a 40% nas infecções endodônticas primárias. A frequência da presença da *E. faecalis* nas lesões periapicais persistentes demonstrou ser muito maior. De facto, os tratamentos do SCR falhados têm nove vezes mais probabilidade de conter *E. faecalis* que uma infecção endodôntica primária. (Stuart *et al.*, 2006)

2.3. Infiltração Coronal

A infiltração coronal tem sido classificada como uma das causas para a periodontite apical pós-tratamento. A evidência continua a apontar para as infecções persistentes como causa principal para a falha do TENC ao invés de uma infecção secundária provocada pela infiltração coronal. (Ricucci, Siqueira, 2011)

Estudos revelaram que canais bem instrumentados e obturados resistem à infiltração coronal bacteriana mesmo em franca exposição ao meio oral por longos períodos de tempo. Apesar de ser possível observar bactérias na parte coronal de alguns canais provavelmente como resultado de infiltração coronal, raramente ou nunca, foram encontradas em zona apical de dentes sem periodontite apical. (Ricucci, Siqueira, 2011)

O facto de as infecções persistentes serem a principal causa de insucesso não significa que a obtenção de um bom selamento coronário não seja um objectivo a ser atingido no TE. A infiltração coronal em canais obturados pode ser a causa de insucesso no TE em alguns casos e o exemplo clinico mais claro são os casos de doença pós-tratamento onde não existia lesão na altura do tratamento de um dente vital não infectado mas aparecia posteriormente no *follow-up*. Pelo menos teoricamente, uma doença recorrente pós-

tratamento, que surge após ter havido cura, pode estar mais relacionada a infecções secundárias provocadas pela infiltração coronal. (Ricucci, Siqueira, 2011)

2.4. Erros de Instrumentação e Obturação

O principal objectivo da instrumentação e o desbridamento mecânico do SCR é a criação de um espaço que permita o aporte de substâncias antimicrobianas para sua desinfecção. Além disso, um canal bem instrumentado facilita a colocação bem adaptada do material obturador para impedir posterior re-colonização de microorganismos presentes na flora oral. (Zehnder, 2006)

Zehnder (2006) afirma também que na instrumentação mecânica nem tudo são vantagens. Existem problemas inerentes associados à instrumentação tais como, em dentes infectados não vitais com radiolucências periapicais, perfurações até ao ligamento periodontal, a fractura de instrumentos, a incapacidade de atingir através deste meio mecânico o terço apical da raiz e a produção da “*smear layer*” que é produzida através do desgaste das paredes instrumentadas do canal e é composta por material orgânico e inorgânico tal como dentina e excedentes de tecidos pulpaes. Este depósito pode ser penetrado por bactérias, oferecer protecção a biofilmes aderentes ao canal e também interferir com a adaptação do material obturador às paredes do canal.

A qualidade do tratamento prévio demonstrou ser um factor com influência no sucesso dos retratamentos. Os dados agrupados pelas fases 1-4 do estudo de Toronto relativamente a RTENC demonstrou uma redução de 36% no sucesso dos dentes com prévio TE que não correspondiam aos parâmetros avaliados como o comprimento e densidade da obturação do SCR. (Torabinejad *et al.*, 2009).

A combinação de comprimento e densidade, como parâmetro de qualidade em dentes previamente obturados mostrou ser o predictor mais importante para o sucesso dos resultados. A flora microbiana intracanal sustentável presente nos dentes pós-tratamento com Periodontite Apical com uma obturação inadequada pode assemelhar-se àqueles com Periodontite Apical primária e ser susceptível ao TENC. (Chevigny *et al.*, 2008)

O melhor prognóstico para o tratamento do SCR encontra-se quando é realizada uma adequada instrumentação e uma obturação homogénea que se estende até à constrição apical. O pior prognóstico é aquele em que tanto a instrumentação como a obturação

sofreram sobre-extensão. O segundo pior prognóstico ocorre quando o material obturador termina a mais de 2 mm coronalmente à constrição apical, combinada com uma pobre instrumentação e obturação. (Moura *et al.*, 2009)

2.5. Erros de Irrigação

Hoje, não existe dúvida quando afirmamos que a principal causa do insucesso do TENC é a persistência de microorganismos no SCR, quer seja por permanência após um primeiro tratamento ou por re-colonização do SCR já obturado. O objectivo primário do TENC será sempre a desinfecção adequada do SCR e a prevenção da re-colonização por agentes patogénicos. (Zehnder, 2006)

Os irrigantes têm sido tradicionalmente entregues ao SCR usando seringas, agulhas de metal de diferentes tamanhos e desenho das pontas. O estudo e a experiência clínica vieram demonstrar que esta abordagem clássica resulta numa irrigação ineficaz particularmente em áreas periféricas tais como anastomoses entre canais, FINS? e na parte mais apical do canal radicular principal. Assim, vários sistemas mecânicos foram desenvolvidos para melhorar a penetração e eficácia das soluções irrigantes. (Haapasalo *et al.*, 2010)

3. Métodos de Diagnóstico

3.1. Raio-X Convencional

O Raio-X convencional, tais como as radiografias periapicais e a ortopantomografia é normalmente utilizado para obter um diagnóstico, um plano de tratamento e fazer um acompanhamento do TE. Uma radiografia é uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional, o que, em termos de determinação exacta do comprimento de uma preparação do SCR pode ser complexo, o que pode levar a posteriores consequências na região periapical. (Moura, *et al.*, 2009)

Características tridimensionais tais como a complexa anatomia dentária e estruturas circundantes podem tornar a interpretação de imagens bidimensionais difícil pela sobreposição de estruturas e formação de “sombras” o que pode contribuir para o insucesso dos casos endodônticos. (Scarfe, et al., 2009)

O objectivo da radiografia é detectar alterações patológicas a nível dos tecidos ou órgãos e não a um nível celular. Na imagem radiográfica, um tecido periapical normal deve apresentar uma largura uniforme ao longo de todo espaço do ligamento periodontal, uma lâmina dura continua e sem fracturas evidentes e osso trabecular bem organizado. (Ricucci *et al.*, 2009)

3.2. Cone Beam Computerized Tomography CBCT

Historicamente, o plano de tratamento e as tomadas de decisão sempre estiveram limitados pelas imagens radiográficas bidimensionais. A tomografia computadorizada por feixe cónico (CBCT), também conhecida por tomografia volumétrica por feixe cónico tornou-se uma valiosa ferramenta na área da Endodontia. (Nudera, 2015)

A mais importante vantagem deste meio complementar de diagnóstico na Endodontia, é, talvez, a capacidade de demonstrar as características anatómicas tridimensionalmente, capacidade que, as imagens intra-orais, panorâmicas e cefalométricas não têm. A CBCT reconstrói os dados da projecção para providenciar imagens interrelacionais nos três planos ortogonais: axial, sagital e coronal. Além disso, como a reconstrução dos dados é feita nativamente usando um computador pessoal, as imagens podem ser orientadas nas suas verdadeiras relações espaciais. (Scarfe, *et al.*, 2009)

A imagem por CBCT melhorou significativamente o diagnóstico endodôntico e o plano de tratamento pelo simples facto de eliminar artefactos imagiológicos por sobreposição de estruturas. Pode também eliminar a necessidade de realizar múltiplas radiografias periapicais pré-tratamento, o que diminui a quantidade de radiação a que o paciente está sujeito assim como diminui a interpretação clínica subjectiva de uma radiografia bidimensional. (Nudera, 2015)

As imagens por CBCT são, por vezes, afectadas por artefactos relacionados com o próprio raio do Raio-X. Quando encontra um objecto de grande densidade como o esmalte ou restaurações metálicas os fotões de baixa energia presentes no raio são absorvidos pela estrutura em detrimento dos fotões de alta energia. Isto aumenta o valor médio do Raio-X num fenómeno chamado “endurecimento do raio” que leva à distorção das estruturas metálicas e ao aparecimento de um conjunto de riscas mais escuras e mais claras entre duas estruturas densas. (Durack, Patel, 2012)

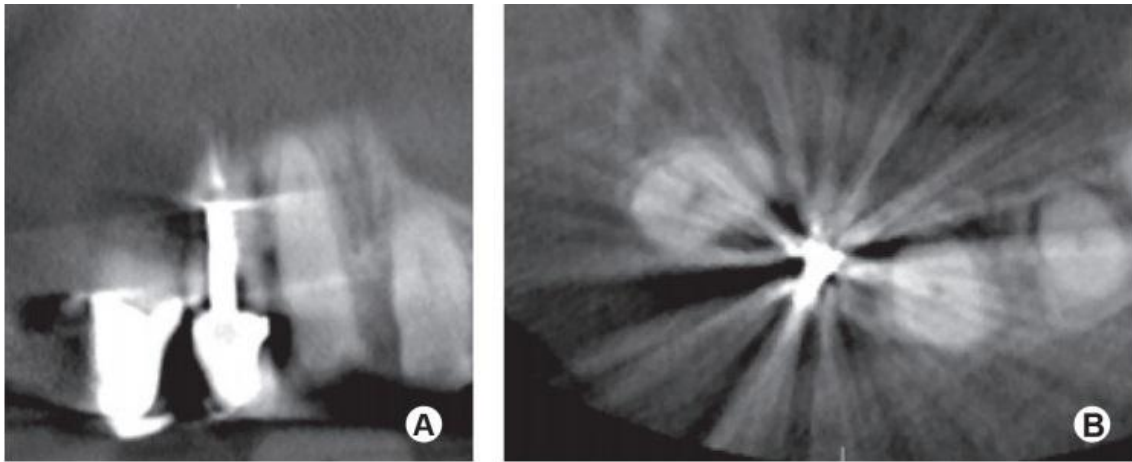


Fig. 1 – Cortes Coronal (A) e Axial (B) de CBCT através de um incisivo central maxilar restaurado com uma coroa com espigão retentivo. O endurecimento do raio provocado pelo espigão metálico resultou no aparecimento de faixas e bandas prejudicando a qualidade das imagens. (Adaptado de: Durack e Patel, (2012))

Durack e Patel (2012), afirmaram também que a dose efectiva do CBCT é geralmente maior que a radiografia intraoral convencional mas que, esta diferença está continuamente a diminuir e que em certos cenários clínicos a dose efectiva aproximar-se-á da radiografia periapical.

4. Técnicas e Materiais utilizados na Desobturação

4.1. Solventes Utilizados na Desobturação

4.1.1. Clorofórmio

O Clorofórmio é um dos agentes químicos mais utilizados para dissolver ou amolecer Guta-percha. No entanto, efeitos secundários têm sido reportados na literatura, entre eles, existem estudos que indicam que o clorofórmio é um potencial carcinogénico para o ser humano. Os resultados deste estudo demonstraram que o clorofórmio não contribui para a destruição do DNA mas é um forte citotóxico que, como demonstrado neste estudo tem a capacidade de induzir a morte celular. Assim, uma exposição continuada a este solvente é motivo de preocupação porque a citotoxicidade é considerada como um mecanismo primário em mecanismos não-genotóxicos de carcinogénese. No entanto, as descobertas deste estudo têm de ser interpretadas de forma cautelosa, pois apesar de não haver destruição do DNA nas concentrações utilizadas, no uso em clinica a concentração é maior. (Ribeiro *et al.*, 2007)

No estudo de Martos *et al.* (2011), o clorofórmio dissolve a maioria dos materiais obturadores e a seguir ao Xilitol é o que obtém melhores resultados na remoção dos mesmos sem grandes diferenças entre eles. Observaram que, apesar de haver uma baixa solubilidade dos cimentos de Hidróxido de Cálcio em Clorofórmio, os de Óxido de Zinco e Eugenol são bastante solúveis. O EZ-Fill®, como cimento selador á base de resina que é, sofreu uma maior degradação em Clorofórmio comparativamente a outros da sua classe. Os seladores do SCR RoekoSeal®, Sealer26® e Epiphany® não apresentaram diferenças significativas aos 2 e aos 10 minutos após imersão em Clorofórmio.

O Clorofórmio apresentou um valor significativamente maior de transporte no canal radicular comparativamente aos outros solventes, presentes no estudo. Tem um efeito de amolecimento de estruturas tais como o esmalte e a dentina mas aumenta significativamente os níveis de magnésio na parede dentinária do canal radicular. Pode ter provocado uma diminuição da microdureza da dentina nos espécimes avaliados o que resultou num maior transporte durante o RTENC. (Karatas *et al.*. 2016)

A precisão dos localizadores electrónicos de ápice não foi afectada pela presença de Clorofórmio no SCR. (Al-Hadlaq, 2013)

4.1.2. Xylitol

No estudo de Martos *et al.*, (2011) o Xilitol foi o solvente mais eficaz. O seu comportamento em cimentos de Óxido de Zinco e Eugenol foi semelhante ao óleo de laranja, ao clorofórmio e ao eucaliptol, diga-se, com boa capacidade de dissolução. É eficiente a dissolver cimentos à base de resina em especial EZ-Fill®, mas, em cimentos de hidróxido de cálcio houve uma baixa solubilidade do material obturador a 5 e 10 minutos. Foi o único também a ter bons resultados para o RoekoSeal®, a 5 e 10 minutos, o que indica que em materiais à base de silicone é o solvente preferencial.

4.1.3. Eucaliptol

O Eucaliptol apesar de não induzir a quebra de DNA, é um forte citotóxico com valores mais pronunciados que o clorofórmio no que a morte celular diz respeito. Como tal a citotoxicidade presente no eucaliptol remete para um estado de alerta visto que é um mecanismo primário nos não genotóxicos da carcinogénese. Como as concentrações

utilizadas em clínica são superiores às deste estudo deve ser tomada em consideração a utilização deste solvente. (Ribeiro *et al.*, 2007)

Em termos de transporte canal, o eucaliptol não suscita diferenças relativamente ao grupo controlo e ao óleo de laranja, nem tem, tampouco capacidade de alterar histoquimicamente a superfície da dentina. (Karatas *et al.*, 2016)

Al-Hadlaq (2013) diz também que com a presença de eucaliptol no SCR, a precisão da leitura do localizador electrónico de ápices não é afectada.

O Eucaliptol tem uma boa resposta na redução da solubilidade do Óxido de Zinco Eugenol mas, o cimento de Hidróxido de Cálcio só tem uma diminuição da solubilidade entre 5,3 e 7,3% quando imerso em Eucaliptol por 20 minutos. A degradação do EZ-Fill® é igual aos outros solventes avaliados no estudo a 2 minutos, o RoekoSeal® teve uma ligeira alteração com o eucaliptol quando imerso a 2,5 e 10 minutos; Epiphany® e AHPlus® têm respostas iguais com clorofórmio e eucaliptol e o seu comportamento no geral a 5-10 minutos é igual ao do clorofórmio a 2 minutos. (Martos *et al.*, 2011)

4.1.4. À Base de Óleo de Laranja

O Óleo de Laranja, comparativamente ao grupo de controlo possui toxicidade mas é o que tem os valores mais baixos do estudo. Com o aumento da concentração a alteração da viabilidade celular não foi significativa enquanto que com o clorofórmio e o eucaliptol foi. (Scelza *et al.*, 2006)

Martos *et al.*, (2011) disse que o Óleo de Laranja é mais biocompatível que o eucaliptol, o clorofórmio, o xilitol e o halotano. A sua dissolução do cimento de óxido de zinco eugenol é semelhante à dos seus competidores neste estudo, tal como no EZ-Fill® que tem resultados semelhantes ao xilitol e ao clorofórmio. O RoekoSeal® teve ligeiras alterações com o óleo de laranja e no AHPlus® e RealSeal teve resultados semelhantes ao clorofórmio. Teve um comportamento semelhante ao eucaliptol nos três períodos de tempo e semelhante ao clorofórmio a 2 minutos.

A sua presença não afecta a precisão dos localizadores electrónicos de ápice. (Al-Hadlaq, 2013)

O Solvente à base de óleo de Laranja não demonstrou ter a capacidade para alterar histoquimicamente a composição da superfície dentinária radicular. Os seus valores de

transporte através do canal, são similares ao eucaliptol e ao grupo controlo. (Karatas *et al.*, 2016)

4.2. Irrigantes para o RTENC

Historicamente, numerosos compostos têm sido sugeridos como irrigantes do SCR, incluindo substâncias inertes como o cloreto de sódio ou substâncias altamente tóxicas como o formaldeído. Mas, baseado nos conhecimentos até hoje adquiridos, é evidente que os irrigantes do SCR idealmente devem:

- Ter um largo espectro antimicrobiano e alta eficácia contra microorganismos anaeróbios e facultativos organizados em biofilmes;
- Dissolver restos necrosados de polpa dentária;
- Inactivar endotoxinas;
- Prevenir a formação da *Smear Layer* durante a instrumentação ou dissolvê-la após dela ser formada com irrigação.

Além disso, como os Irrigantes estão em contacto com tecidos vitais não devem ser tóxicos, cáusticos e ter o mínimo de potencial de criar uma reacção anafiláctica. (Zehnder, 2006)

4.2.1. Hipoclorito de Sódio

Introduzido primeiramente como um agente de branqueamento, as soluções de Hipoclorito ganharam uma elevada aceitação no fim do século XIX com base nos estudos desenvolvidos em ambiente controlado por Koch e Pasteur. Henry Drysdale Dakin e Alexis Carrel começaram, na 1ª Guerra Mundial a utilizar uma solução tamponada com 0,5% de Hipoclorito de Sódio para o tratamento de feridas abertas infectadas resultantes do combate como seguimento do seu metuculoso estudo sobre a eficácia de diferentes soluções em tecido necrosado infectado. (Rahimi *et al.*, 2014)

Rahimi *et al.*, (2014) afirmaram que as preparações de Hipoclorito são esporicidas e viricidas tendo um forte efeito de dissolução nos tecidos necrosados ao em vez dos tecidos vitais. Têm também um largo espectro e uma eficácia inespecífica no que à morte dos agentes microbianos diz respeito. Estas características incitaram o uso do Hipoclorito de Sódio como o irrigante principal nos procedimentos endodônticos no início dos anos 20 do século passado. O Hipoclorito demonstra uma actividade

antimicrobiana de largo espectro contra microorganismos de difícil eliminação tais como *Enterococcus*, *Actinomyces* e *Candida* e, além disso tem a vantagem de ser barato, de fácil obtenção e um elevado tempo de armazenamento. Mais compostos de libertação de cloro viram o seu nome associado à área da Endodontia tais como a Cloramina-T e o Dicloroisocianurato de Sódio mas nunca ganharam uma forte aceitação na comunidade científica pois aparentavam ser sempre menos eficazes que o Hipoclorito de Sódio em concentrações idênticas.

A concentração de Hipoclorito de Sódio a ser usada sempre foi uma das questões mais pertinentes e sujeita a estudo na endodontia. Na solução inicial a 0,5% de Dakin, a indicação era para a utilização de feridas abertas, supôs-se então, que no “espaço fechado” do SCR deveriam ser utilizadas concentrações maiores, pois seriam mais eficazes. A eficácia antibacteriana e a capacidade dissolutiva dos tecidos, presente no Hipoclorito de Sódio aumentam em função da sua concentração, mas a sua toxicidade também. Numa concentração de 5,25% de Hipoclorito de Sódio, o módulo de elasticidade e a resistência à flexão da dentina humana diminui significativamente comparativamente a uma solução salina fisiológica e a uma concentração de 0,5% de Hipoclorito, onde tal não acontece. Este processo deve-se, muito provavelmente à acção proteolítica do Hipoclorito concentrado na matriz de colagénio da dentina. (Zehnder, 2006)

A irrigação contínua de Hipoclorito de Sódio e o tempo que é aplicado é importante para a sua eficácia e o seu uso a 0,5% ou 5%, com ou sem EDTA, reduz significativamente a quantidade de bactérias presentes quando comparado com uma solução salina. No entanto, deixar o canal completamente livre de bactérias, mesmo após várias sessões foi difícil. Mesmo em canais infectados com *E. faecalis* essa total eliminação foi difícil e vários estudos falharam em tentar descobrir qual a percentagem de Hipoclorito que possui a maior quantidade de eliminação de bactérias. No entanto, contrariamente a estes estudos, Clegg *et al.*, num estudo sobre biofilmes *ex vivo*, demonstraram uma enorme diferença entre NaOCl a 6% e a 3% na eficácia de eliminação de biofilmes de bactérias, com a concentração mais alta a ser mais eficaz. (Haapasalo *et al.*, 2010)

O cloro reactivo numa solução aquosa à temperatura ambiente pode assumir duas formas: hipoclorito (OCl^-) de forma predominante num PH acima de 7,6 ou ácido

hipocloroso (HOCl) num PH abaixo deste valor. Ambas as formas são agentes oxidantes extremamente reactivos. O hipoclorito puro, tal como é utilizado em endodontia tem um PH de 12, assim todo o cloro disponível encontra-se sob a forma de hipoclorito. Em níveis de cloro idênticos, o ácido hipocloroso é mais bactericida que o hipoclorito, posto isto, uma maneira de aumentar a eficácia das soluções de hipoclorito supondo também que se tornarão menos tóxicas para os tecidos vitais será por diminuir o seu PH. O problema desta técnica é a diminuição do prazo de validade do hipoclorito para menos de uma semana. No entanto, dependendo da quantidade de bicarbonato na mistura e por conseguinte, o valor de PH, a eficácia de uma solução tamponada de bicarbonato fresco é apenas ligeiramente superior ou não superior de todo comparativamente a uma solução não tamponada. Aparentemente, o potencial cáustico das soluções de hipoclorito parece ser influenciado maioritariamente pelo cloro disponível em detrimento do seu PH ou osmolaridade. Outra alternativa para aumentar a eficácia dos irrigantes de hipoclorito no SCR é através do aumento da temperatura das soluções de NaOCl, o que melhora a sua capacidade dissolutiva dos tecidos e a sua capacidade para remover detritos orgânicos decorrentes do desgaste da dentina. Com os testes disponíveis até agora, confirmou-se que as taxas bactericidas do NaOCl duplicam a cada aumento de 5°C de temperatura numa extensão de 5 a 60°C e que uma solução de 1% de hipoclorito de sódio a 45°C tem a mesma capacidade de dissolução da polpa dentária humana que uma solução com uma concentração de 5,25% a 20°C. A activação por ultrassons do hipoclorito de sódio também foi advogada pois esta pode acelerar reacções químicas, criar efeito cavitacional e atingir uma acção de limpeza mais elevada. No entanto, os resultados obtidos com hipoclorito activado por ultrassons em comparação com a irrigação simples são contraditórios, em termos de limpeza do SCR e remanescência de microorganismos no SCR infectado após os procedimentos de limpeza e desbridamento. A natureza dos efeitos dos ultrassons é incerta e, se existem são relativamente pequenos. A energia ultrassónica pode simplesmente produzir calor, activando assim o hipoclorito. Foi reportado que o efeito directo dos ultrassons pode provocar um desbridamento no canal, sendo importante então aplicar esta técnica após a preparação do canal estar completa. Um instrumento que oscile livremente no canal irá produzir mais efeito ultrassónico na solução do que um que se ligue às paredes do canal, existindo já, disponíveis no mercado, fios macios e regulares que se ligam a um aparelho ultrassónico para potenciar os efeitos dos ultrassons diminuindo o risco de afectar a preparação já efectuada no canal e evitar posterior desbridamento. Neste

contexto é importante referir também que o tempo é um factor muito importante para o hipoclorito atingir o potencial máximo de acção, no entanto, o tempo óptimo que o hipoclorito precisa de actuar a uma determinada concentração SCR é uma questão ainda por resolver. (Zehnder, 2006)

4.2.2. Digluconato de Clorohexidina 2%

A Clorohexidina (CHX) foi desenvolvida no fim da década de 40 e inicialmente uma série de polibisguanidas foram sintetizadas para obter uma substância antiviral, mas, como tinha uma eficácia antiviral reduzida foi posta de parte para mais tarde ser redescoberta como um agente antibacteriano. (Zehnder, 2006)

A CHX é uma solução básica forte e em forma de sal é mais estável. Os sais originais eram o acetato de CHX e o cloridrato de CHX, mas, como eram pouco solúveis em água, mais tarde foram substituídos pelo Digluconato de CHX que tem um componente molecular catiónico que se liga à membrana celular com carga negativa provocando a lise celular. É um potente antiséptico que é utilizado como um irrigante endodôntico e solução de bochecho pela sua substantividade e pelo seu efeito antimicrobiano prolongado que se deve à sua tendência para se ligar à hidroxiapatite. As concentrações de 0,1 a 0,2% são encontradas nas soluções de bochecho e as de concentração de 2% tem a sua utilidade para fins endodônticos. Tal como o NaOCL, o aquecimento da solução de CHX pode aumentar a sua eficácia enquanto mantém a sua toxicidade baixa, isto porque, apesar de ser referido que a CHX é menos cáustica que o NaOCL, uma concentração de 2% é um irritante para a pele. Apesar da sua grande utilidade no protocolo de irrigação final, a CHX não pode ser considerada o irrigante principal nos casos endodônticos padrão porque é incapaz de dissolver restos de tecidos necrosado e pela sua ineficácia nas bactérias gram-negativas ao contrário do NaOCL. Contra *E. faecalis*, CHX a 2% teve uma melhor eficácia que o hidróxido de cálcio ou uma mistura dos dois. Na verdade, a CHX sofre uma redução de actividade quando combinada com outras substâncias tais como CH e CH mais óxido de zinco. A CHX é recomendada em casos onde está presente exsudado pela retenção da actividade antimicrobiana na presença de sangue e outras matérias orgânicas. (Rahimi *et al.*, 2014)

No entanto, nas infecções endodônticas primárias que são normalmente polimicrobianas, as bactérias gram-negativas predominam, sendo possível inferir que a CHX neste tipo de casos será ineficaz comparativamente ao NaOCL. (Zehnder, 2006)

4.3. Instrumental para RTENC

Quando existe uma determinada doença pulpar e/ou periapical associada a um dente com TE o RTENC é o tratamento de escolha para a sua resolução. Um passo importante para o sucesso de tal tratamento é a total remoção do material obturador existente para readquirir a capacidade de aceder a todo o SCR expondo restos de tecido necrosado e microorganismos, o que facilita a sua remoção. Existem, no entanto, dificuldades acrescidas nesta remoção quando passou muito tempo após o TE, de como foi realizada a preparação do canal e a técnica obturadora e o tipo de cimento obturador utilizado. (Kosti, *et al.*, 2006)

A eficácia na remoção da GP depende muito de factores anatómicos tais como o grau de curvatura do canal radicular, o tipo de preparação e obturação realizados anteriormente e a forma do canal. Limas manuais, sistemas de ultrassons, solventes, instrumentos de transferência de calor, limas rotativas, lasers e suas combinações têm sido usadas na tentativa de atingir uma melhor desobturação do SCR. No entanto as obturações do SCR com GP não podem ser removidas completamente, especialmente no terço apical do SCR. (Aydin *et al.*, 2009)

A eficácia clínica das técnicas de remoção de GP depende do tempo total de tratamento, que engloba o tempo em que se demora a chegar ao comprimento de trabalho e idealmente, com a total remoção do material. No entanto, a remoção da GP pode consumir muito tempo e ser entediante o que levou a comunidade científica em apostar na utilização de sistemas de limas rotativas mecanizadas para reduzir o tempo e a fadiga do operador e paciente. (Colaco, Vivekananda, 2015)

4.3.1. Limas H

No estudo de Colaco e Vivekananda (2015) foi comparada, a eficácia na remoção da GP a técnica manual com limas H em associação com Xileno e um Plugger System B® com dois sistemas mecanizados, neste caso, ProTaper Universal Retreatment® e D-RaCe Retreatment®. Esta técnica manual demonstrou ser menos eficaz que os sistemas mecanizados apesar da eficácia das limas H em agarrar a GP. Esta ineficácia pode ser devida ao Xileno e ao System B®, que, na sua acção provocam a adesão de uma fina camada de GP às paredes do canal que é difícil de detectar e remover na totalidade resultando num aumento do tempo de retratamento e de resíduos de GP. O amolecimento, penetração e remoção da GP com limas H e Xileno é superior ao System

B® como demonstrado neste estudo, muito devido ao facto da GP ser um fraco condutor de calor.

Aydin *et al.* (2009), realizaram um estudo comparativo entre a eficácia de limas H e o sistema mecanizado HERO 642® na remoção de GP em SCR curvados. Foram criados 4 grupos para comparação em estudo, onde era incluído, em dois deles, com sistemas diferentes, a utilização de um solvente de clorofórmio. Os resultados do estudo sugeriram que a quantidade de GP nos grupos instrumentados com limas H, a quantidade de GP remanescente era significativamente menor que nos grupos do HERO 642®, mas, entre os mesmos grupos de instrumentação manual, não havia diferenças estatísticas significativas entre a utilização, ou não, de solvente.

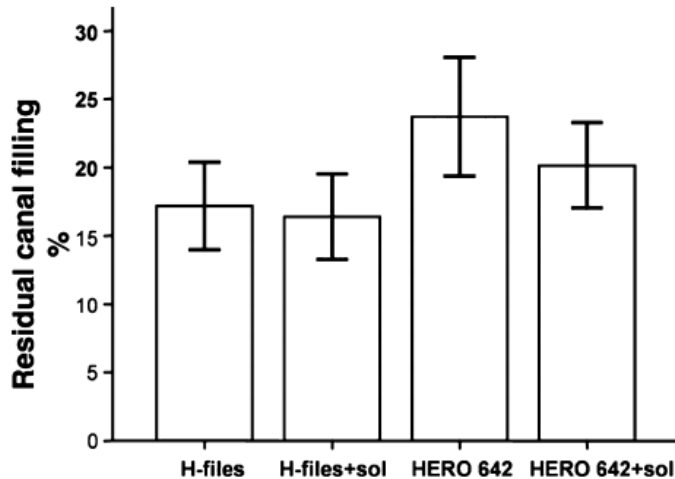


Tabela 1 – Percentagem de material obturador residual total em cada grupo (As barras de erro representam 95% do intervalo de confiança). (Adaptado de: Aydin *et al.* (2009))

Aquando da comparação dos canais em terços, houve apenas diferença estatística no terço médio onde as limas H, com e sem solvente, mais uma vez mostraram menos material obturador residual que os grupos HERO 642®. (Aydin *et al.*,2009)

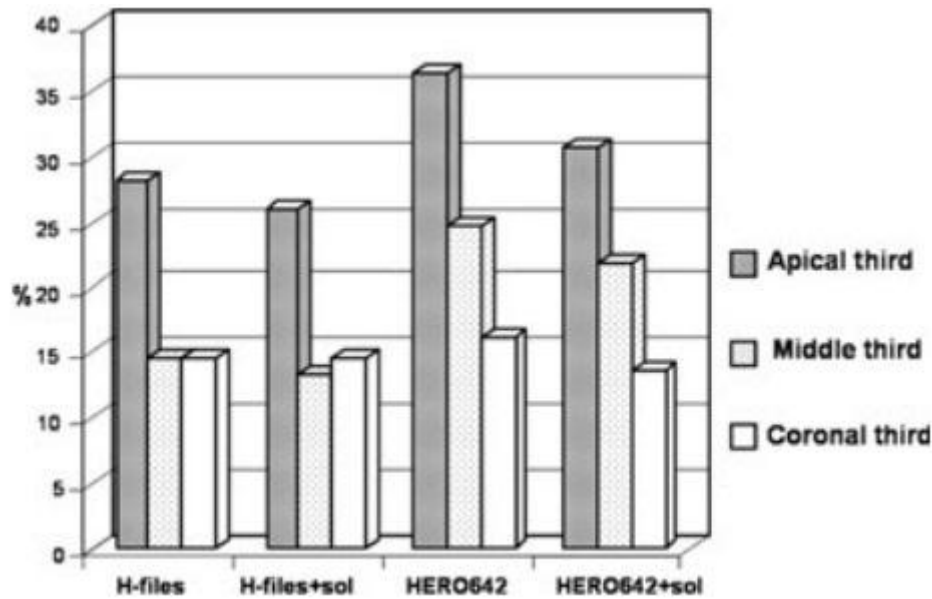


Tabela 2 – Quantidade residual de material obturador por terços radiculares. (Adaptado de: Aydin et al. (2009))

Porém, apesar da utilização da instrumentação manual ter sido mais demorada neste estudo, durante a remoção da GP e re-instrumentação do SCR, as limas H removeram somente metade da dentina removida pelos sistemas Ni-Ti e além de não terem existido erros de procedimento neste grupo também não houve qualquer tipo de fractura dos instrumentos ao contrário dos outros sistemas em estudo. (Rodig *et al.*, 2012)

4.3.2. Limas ProTaper Universal Retreatment Files D1, D2, D3®

Nos últimos tempos têm sido introduzidos sistemas mecanizados Ni-Ti para o RTENC. Um dos mais aceites e utilizados é o Sistema ProTaper Universal Retreatment® da Dentsply Maifeller. Este sistema consiste em três limas mecanizadas de movimento rotativo: D1, D2 e D3. A lima D1 tem uma ponta activa que promove uma entrada inicial no material obturador enquanto as limas D2 e D3 possuem uma ponta inactiva que reduz os erros de procedimento que possam acontecer aquando da desobturação do SCR. As limas PTUR® têm maior área e massa interna, uma secção transversal triangular convexa, conicidade variável e uma estrutura em hélice contínua que lhes confere uma melhor capacidade de corte e extrusão coronal da GP. (Colaco, Vivekananda, 2015)

Neste estudo de Colaco e Vivekananda (2015), o tempo operacional dos dois sistemas mecanizados foi comparado tendo o sistema D-RaCe Retreatment® sido mais rápido que o sistema PTUR®. Estes valores podem ser atribuídos ao facto do sistema mais

rápido só preconizar o uso de duas limas a maior rotação de acordo com o fabricante. Relativamente à quantidade de GP deixada no SCR não houve diferenças significativas entre os dois sistemas Ni-Ti. O sistema D-RaCe® mostrou resultados ligeiramente melhores mas, isto pode ter sido devido à utilização da última lima (lima DR2, tamanho 25) utilizada por este sistema ter um diâmetro ligeiramente maior que a última lima do sistema PTUR® (lima D3, tamanho 20).

Independentemente da técnica utilizada, foi impossível remover completamente o material obturador em canais curvos como os utilizados neste estudo. Para além disso, os erros de procedimento do sistema PTUR® foram significativos, com a ocorrência de limas fracturadas no canal durante a remoção da GP. O desgaste dentinário deste sistema foi duplamente superior à técnica manual o que pode ter sido devido à acção das limas deste sistema, que têm uma conicidade maior. O tempo de retratamento com este sistema mecanizado foi, também, significativamente menor comparado com a técnica manual com limas H. (Rodig *et al.*, 2012)

4.3.3. Limas de Movimento Reciprocante

Uma desvantagem importante dos instrumentos de ligas Ni-Ti é a sua fractura durante a preparação do SCR. Apesar de não serem os únicos, dois factores importantes para isto acontecer são a fadiga cíclica e torsional dos instrumentos. Alguns aspectos que podem provocar este tipo de fadiga são a velocidade de rotação, o acabamento da superfície do metal, o princípio de movimento da liga e as suas características metalúrgicas. O movimento reciprocante demonstrou ser benéfico para um aumento deste tipo de fadiga. (Ozyurek, 2016)

Apesar dos sistemas de movimento reciprocante não terem sido desenvolvidos originalmente para o RTENC, a natureza do seu movimento e o design dos vários sistemas encontrados podem ser potencialmente benéficos para este efeito devido à sua eficácia na remoção da GP como demonstrado neste estudo em que os seus resultados não demonstraram diferença estatística relativamente ao sistema PTUR®, um sistema especialmente desenvolvido para o RTENC. (Rios *et al.*, 2014)

Este sistema produz um movimento mais amplo no sentido contrário aos ponteiros do relógio, mas, um movimento mais curto no sentido inverso mantendo a lima centrada no canal. Este factor, em combinação com a marcada conicidade destas limas criam uma

maior área de contacto entre o instrumento e a GP permitindo que a sua remoção seja tão eficaz como a produzida pelos instrumentos de rotação contínua. (Rios et al., 2014)

Durante a rotação contínua, o stress e a tensão estão concentrados numa só área do instrumento enquanto no sistema reciprocante, a cada ciclo, essas mesmas forças estão divididas em três áreas diferentes na porção que desempenha o trabalho no canal. Num canal com determinada curvatura, os instrumentos rotativos sofrem alternadamente stress tensivo e compressivo que pode levar à fractura. Apesar do sistema reciprocante estar também sujeito a essas mesmas forças, a natureza do seu movimento angular mais curto a cada ciclo faz com que essas mesmas forças se expressem a menor magnitude o que permite aos instrumentos reciprocantes serem operados por mais tempo antes da ruptura, aumentando o seu tempo de vida útil. (Lopes *et al.*, 2013)

4.3.3.1. Wave One Gold®

Recentemente, o sistema WaveOne Gold® foi introduzido no mercado. Retém a mesma dinâmica de movimento reciprocante que o sistema WaveOne® mas, com uma geometria das limas diferente. Se o sistema WaveOne® tem limas de conformação triangular, este novo sistema tem nas suas limas a forma de um paralelograma com duas arestas cortantes. Mas esta não é a única diferença para as WaveOne®, que, apesar de tudo já são produzidas com uma liga M-Wire extremamente avançada no que em termos de resistência à fadiga diz respeito. As limas WaveOne Gold® são fabricadas com um procedimento térmico de ouro que é executado manualmente aquecendo as limas mas depois arrefecendo-as lentamente em contraste com o tratamento da tecnologia M-Wire. De acordo com o fabricante, este novo tratamento conferido às limas melhora a elasticidade da liga. (Ozyurek, 2016)

Ozyurek (2016), concluiu neste estudo que a resistência à fadiga cíclica do sistema WaveOne Gold® é superior aos seus concorrentes, neste caso, o sistema WaveOne® e o Reciproc®.

Também Topçuoğlu *et al.* (2016), no seu estudo de resistência à fadiga destes instrumentos em canais com dupla curvatura reportou uma maior resistência das limas WaveOne Gold® à fadiga cíclica nas curvaturas apicais e coronais comparativamente às WaveOne® e às Reciproc®. Apesar de todos os instrumentos terem fracturado, as

WaveOne Gold® fracturaram mais tarde que os seus concorrentes como exemplificado na tabela seguinte.

Group	n	Coronal curvature				Apical curvature			
		NCF		FL		NCF		FL	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
WaveOne Gold Primary	40	1102.32	397.39	5.01	1.52	928.87	293.69	2.58	0.85
WaveOne Primary	40	916.53	268.21	5.69	0.79	583.89	183.38	2.12	0.55
Reciproc R25	40	883.63	282.56	5.71	1.41	745.63	253.49	2.06	0.24

NCF, Number of cycles to failure; FL, Fracture length; SD, Standard deviation.

Tabela 3 – Número de ciclos até à fractura (NCF) e o comprimento (mm) dos fragmentos fracturados dos instrumentos durante o teste cíclico de fadiga. (Adaptado de: Topçuoğlu *et al.*, (2016))

Assim conclui-se que as limas WaveOne Gold® têm:

- ❖ Uma maior flexibilidade;
- ❖ São mais seguras pela resistência à fadiga cíclica e torsional;
- ❖ Respeita a anatomia inicial que tem o canal radicular;
- ❖ Permite uma rápida e eficiente conformação do canal radicular que permite uma irrigação profunda. (Kuttler *et al.*, 2016)

4.3.3.2. Reciproc®

O sistema Reciproc® foi desenvolvido com a mais recente liga Ni-Ti, com um tratamento térmico que lhe confere maior resistência. Esta nova liga tem o nome de M-Wire. Este sistema consiste em três limas únicas, R25 (25/0.08), R40 (40/0.06) e R50 (50/0.05). Os seus resultados relativamente à eficiência na desobturação do SCR são bastante positivos pois comparativamente aos outros sistemas em estudo (WaveOne® e PTUR®) não houve diferenças estatísticas. Para o sistema Reciproc® factores como uma anatomia mais favorável, boa resistência à fadiga cíclica e torsional promovido pelo seu movimento recíprocante e pela sua composição na liga M-Wire contribuíram para a inexistência de fracturas e deformações. (Rios *et al.*, 2014)

Também Plotino *et al.* (2014), testaram a eficiência de corte das limas Reciproc® comparativamente às WaveOne® e concluíram, em concordância com o estudo anterior

que as limas Reciproc® têm um melhor desempenho. Eles atribuem este desempenho ao facto das Reciproc® terem um ângulo de corte mais positivo e ao seu design transversal. A conformação das limas Reciproc® permite uma melhor remoção dos detritos o que é importante para diminuir o entupimento das lâminas de corte. Os resultados deste estudo remetem o leitor a concluir que a conformação do seu corte transversal tem mais influência na capacidade de corte que o próprio movimento reciprocante em si.

No estudo de Lopes *et al.* (2013), em que comparou a resistência à fractura do sistema de liga Ni-Ti convencional M-Two®, com o sistema Reciproc® foi concluído que a resistência à fractura do último foi superior em canais curvos. Independentemente da marca, tipo de liga ou tipo de teste à fractura, o movimento reciprocante mostrou ser a maior diferença relativamente à maior fiabilidade destes instrumentos, em oposição aos de rotação contínua.

Também no estudo de Ozyurek (2016), as limas Reciproc® tiveram uma maior resistência à fadiga cíclica que as WaveOne®. A atribuição destes resultados deveu-se ao facto de as limas Reciproc® terem, no corte transversal, a forma de um S com dois bordos cortantes e a sua baixa massa nuclear contribui para uma maior resistência comparativamente às limas WaveOne®.

4.3.4. Brocas Peeso

As brocas Peeso são fabricadas em aço inoxidável e tipicamente usadas para preparação do SCR para alargamento coronal ou preparação para colocação de espigão, pelo seu bom comportamento na remoção de materiais obturadores. Existem numa gama de tamanhos de 1 a 6 e funcionam com uma variação de rotação entre 800 a 1200 rotações por minuto. As brocas têm uma cabeça de corte alongada e paralela. (Cohen's, 225)

Para a preparação de um canal para posterior colocação de um espigão as brocas Peeso têm sido comumente utilizadas para a completa remoção da GP no SCR. Apesar desta enorme aceitação por parte dos clínicos pela sua eficácia em remover os materiais obturadores alguma controvérsia tem sido gerada em torno destas brocas, assumindo que não respeitam a forma cónica do SCR, resultando num excessivo debridamento de dentina, enfraquecendo a raiz. Para além disso, as brocas utilizadas produzem resíduos de GP e do cimento obturador no canal, provocado pelo aquecimento da broca com a

fricção gerada pela rotação. O design das lâminas das brocas Peeso afecta a quantidade de detritos criados no canal. (Coniglio *et al.*, 2008)

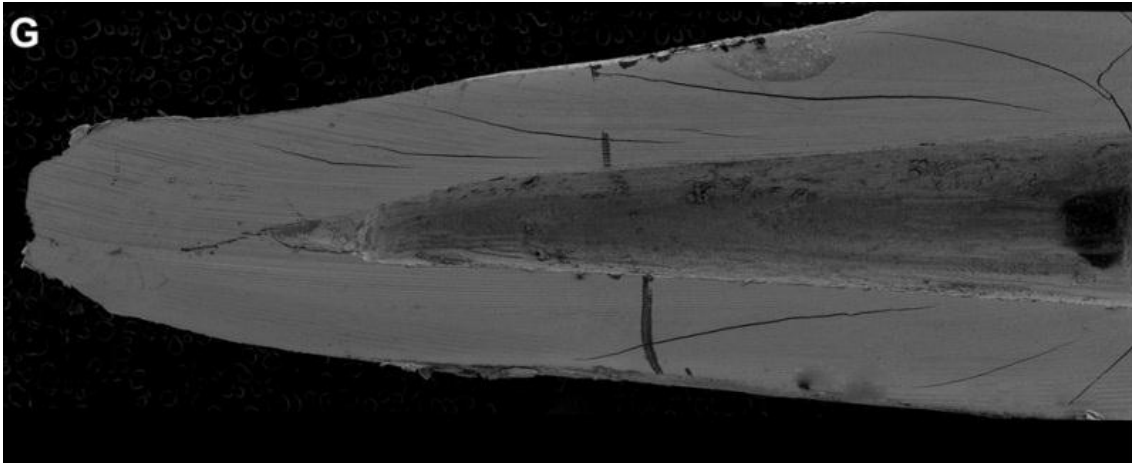


Fig. 2 – Espaço criado no canal radicular para a colocação de espigão utilizando uma broca Peeso. (Adaptado de: Coniglio *et al.*, (2008))

4.3.5. Brocas Gates-Glidden

As brocas Gates-Glidden têm sido usadas por mais de 100 anos sem nenhum tipo de alteração digna de registo à sua conformação. São tipicamente usadas para alargar a área mais coronal do canal radicular, mas, quando mal utilizadas podem reduzir drasticamente a espessura da parede radicular. O seu tamanho vai de 0.5 mm a 1.5 mm de espessura e tem uma numeração de 1 a 6 com cada broca numerada por cores. Estas brocas são produzidas em aço inoxidável com algumas variações em Ni-Ti e têm uma cabeça curta de corte oval seguido de um corpo paralelo estreito. (Cohen's 225)

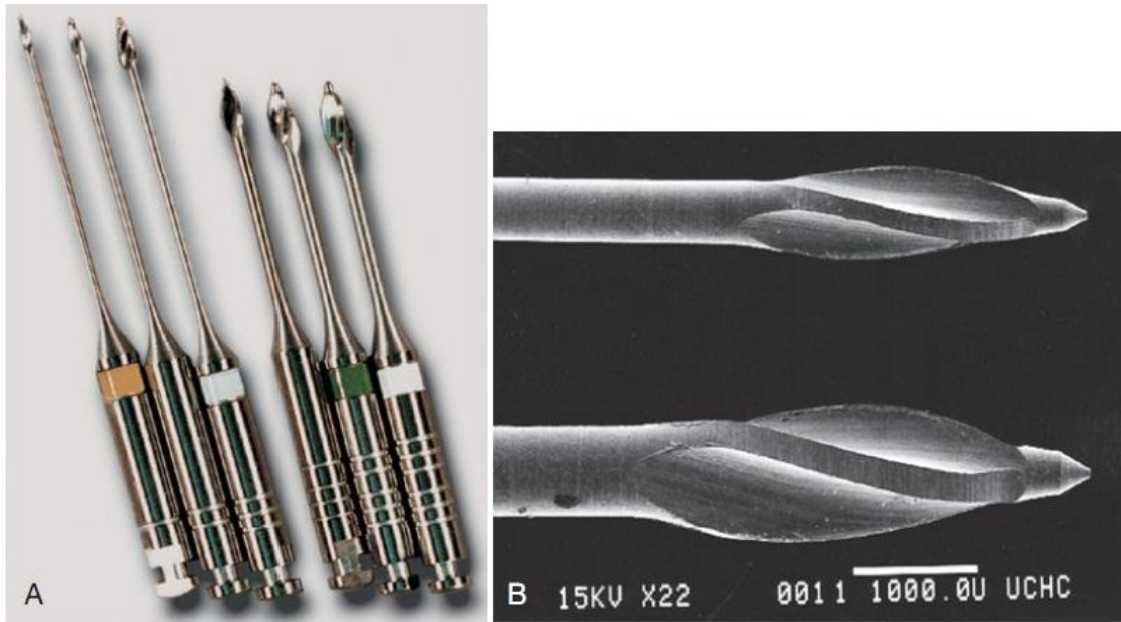


Fig. 3 – Várias brocas Gates-Glidden fabricadas em aço inoxidável (A) e imagem ao microscópio electrónico da ponta de trabalho (B). (Adaptado de: Johnson W.T.: *Color atlas of endodontics*, St. Louis, 2002, Saunders. *Cit in*: Hargreaves, K.M., Cohen, S. & Berman, L.H., 2016. *Cohen's pathways of the pulp*, 11th ed.)

No estudo de Arslan *et al.* (2014), onde vários sistemas mecanizados foram testados para ver a incidência que cada um tinha na formação de fracturas na dentina aquando do pré-alargamento coronal, as brocas Gates-Glidden conseguiram obter os piores resultados provocando fracturas em 50% dos dentes submetidos ao teste. Estes resultados são provocados por uma série de possíveis factores tais como um maior número de instrumentos utilizados por este sistema ao contrário dos outros, as diferentes velocidades de rotação, o design diferente e a variação das ligas metálicas comparativamente aos outros sistemas.

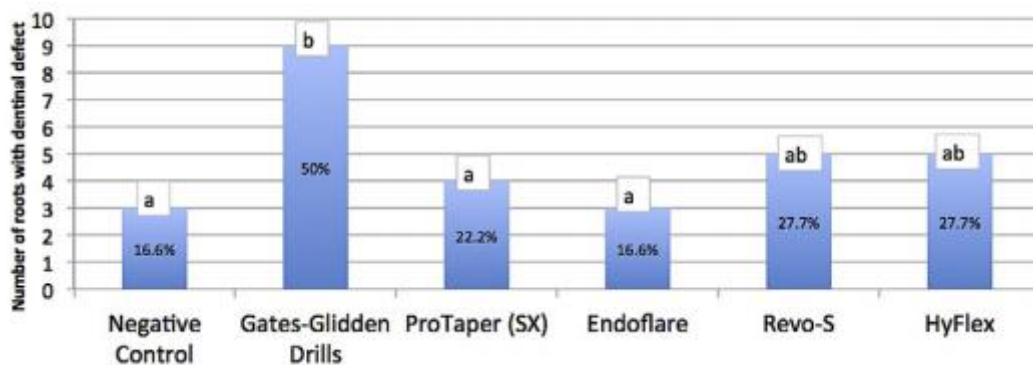


Tabela 4 – Número de raízes observadas com fracturas de acordo com os grupos. A incidência de fracturas foi de 16.6% no grupo de controlo negativo, 50% para as brocas Gates-Glidden, 22.2% para ProTaper Universal, 16.6% para Endoflare, 27.7% para Revo-S e 27.7% para HyFlex. (Adaptado de: Arslan *et al.*, (2014))

As brocas Gates-Glidden de diâmetro #2 (0.7 mm) sempre foram consideradas como seguras para o pré-alargamento cervical dos canais mesiais de molares mandibulares mas não conseguem remover completamente interferências, particularmente abaixo da junção amelo-cementária. Este procedimento é importante para eliminar interferências cervicais, mas, um problema presente neste acto clínico prende-se com o facto de poderem ocorrer perfurações, especialmente nos canais da raiz mesial dos molares mandibulares. Com a eliminação de projecções de dentina no terço cervical da raiz, a instrumentação, seja mecânica ou manual, torna-se muito mais segura. Para além disso proporciona uma maior confiança na determinação do comprimento de trabalho. Neste estudo as brocas Gates-Glidden #3 (0.9 mm) sem conicidade mostraram os valores mais baixos de espessura dentinária na zona de furca. (Duarte *et al.*, 2011)

4.3.6. Ultrassons

O uso de ultrassons foi introduzido em Medicina Dentária primeiramente para a abertura de cavidades com uma pasta abrasiva. Apesar desta técnica ter tido bons resultados nunca se conseguiu sobrepor aos instrumentos de mão de alta velocidade que são muito mais eficientes. (Plotino *et al.*, 2007)

Em 1980 uma unidade ultrassónica ficou comercialmente disponível para uso endodôntico. Comparativamente à energia sónica, os ultrassons produzem altas frequências mas baixas amplitudes. As limas utilizadas foram desenvolvidas para oscilarem em frequências ultra-sónicas de 25-30kHz que ultrapassam o limite da percepção auditória humana. Operam com uma vibração transversal criando um padrão característico de nós e antinós ao longo do seu comprimento. (Gu *et al.*, 2009)

Na produção de uma onda ultrassónica existem dois métodos base. Um é a magnetostricção que converte a energia electromagnética em energia mecânica enquanto o outro funciona através do princípio piezoeléctrico que utiliza um cristal que quando aplicada carga eléctrica varia de tamanho. Através do método de magnetostricção duas desvantagens para utilização endodontica são conhecidas, produz um movimento elíptico e gera calor, necessitando de refrigeração. O método piezoeléctrico tem uma vantagem considerável relativamente ao primeiro, enquanto produz 40 ciclos por segundo só 24 são produzidos nos dispositivos de magnetostricção. (Mohammadi *et al.*, 2015)

Apesar das inúmeras aplicações em Medicina Dentária, em Endodontia, os ultrassons desempenham um papel importante com as seguintes aplicações:

- ❖ Refinamento ao acesso dos canais, encontrar canais calcificados e a remoção de pólipos pulpaes;
- ❖ Remoção de obstruções intracanales tais como instrumentos fracturados, cones de prata e todo o tipo de espigões;
- ❖ Aumento da acção das soluções irrigantes;
- ❖ Condensação ultrassónica de GP;
- ❖ Aplicação de MTA;
- ❖ Endodontia Cirúrgica: preparação da cavidade e posterior refinamento da extremidade da raiz e aplicação do material obturador;
- ❖ Preparação do SCR. (Plotino *et al.*, 2007)

4.3.6.1. Em Irrigação

O método mais comum de irrigação é através de uma seringa manual que gera, aquando da irrigação, uma baixa velocidade do fluido com pouca interacção entre o irrigante e as paredes do canal. A irrigação ultrassónica assistida foi introduzida para aumentar essa mesma interacção transmitindo energia acústica através de um fio ou uma lima oscilante para o irrigante provocando microtransmissão acústica e cavitação transitória. A microtransmissão acústica compreende uma rápida movimentação do irrigante num movimento de vórtice gerando tensões de cisalhamento que melhoram o desbridamento do canal. A cavitação transitória provoca bolhas que quando rebentam irradiam ondas de choque e aumento da temperatura. (Layton *et al.*, 2015)

Os aparelhos ultrassónicos podem ser utilizados de duas formas: uma combinação entre a irrigação ultrassónica e instrumentação e uma irrigação ultrassónica passiva (PUI). O primeiro método acarreta uma dificuldade que o põe de parte à partida, a dificuldade em controlar a remoção de dentina e conseqüentemente a forma final do canal. Assim sendo, a energia ultrassónica não pode ser considerada uma alternativa à instrumentação manual convencional. (Mohammadi *et al.*, 2015)

O Hipoclorito de Sódio continua a ser o irrigante mais utilizado com excelentes propriedades antibacterianas, com uma boa capacidade de dissolução de tecidos e em conjunto com ultrassons melhora a troca de substâncias no canal permitindo o

aquecimento do irrigante, elimina os detritos de dentina e a camada de resíduos remanescentes atingindo assim um efeito de limpeza superior. (Mohammadi *et al.*, 2015)

No estudo de Mancini et al. (2013), a remoção da “*Smear layer*” e a limpeza geral do SCR foi comparada com três sistemas diferentes. O sistema EndoActivator®, que activa a solução irrigante através da energia sónica, desenhado para produzir uma agitação vigorosa do fluido dentro do canal compreende uma peça de mão portátil e três pontas descartáveis de diferentes tamanhos desenvolvidas num polímero para não danificar a parede de dentina dentro do canal. O sistema EndoVac® que é um sistema de irrigação de pressão apical negativa que foi desenhado para drenar a solução irrigante no terço apical do canal e remover os detritos via um mecanismo de pressão negativa. E por fim o sistema PUI que utiliza uma ponta de aço inoxidável para activar a solução irrigante.

Os resultados foram avaliados através da quantidade de detritos presentes a 4 profundidades: 1 mm, 3 mm, 5 mm e 8 mm. O sistema PUI demonstrou ser o mais ineficaz de remover “*Smear layer*” desde o ápice até à coroa, mas a diferença com o sistema EndoVac® a não ser estatisticamente significativa a 5 e 8 mm do ápice, no entanto, com resultados bem melhores que o grupo controlo. Estes resultados podem possivelmente ser atribuídos ao reduzido tempo de activação (1 minuto) e ao contacto entre a ponta ultrassónica e as paredes do canal. O sistema EndoVac®, a 1 mm do ápice foi o que demonstrou os melhores resultados no que a limpeza do canal diz respeito, no entanto o sistema EndoActivator® demonstrou resultados semelhantes aos 3 mm, 5 mm e 8 mm do ápice o que pode ser explicado pelo facto da ponta deste ficar a 2 mm do ápice enquanto a microcânula do sistema EndoVac® atinge o comprimento de trabalho. (Mancini *et al.*, 2013)

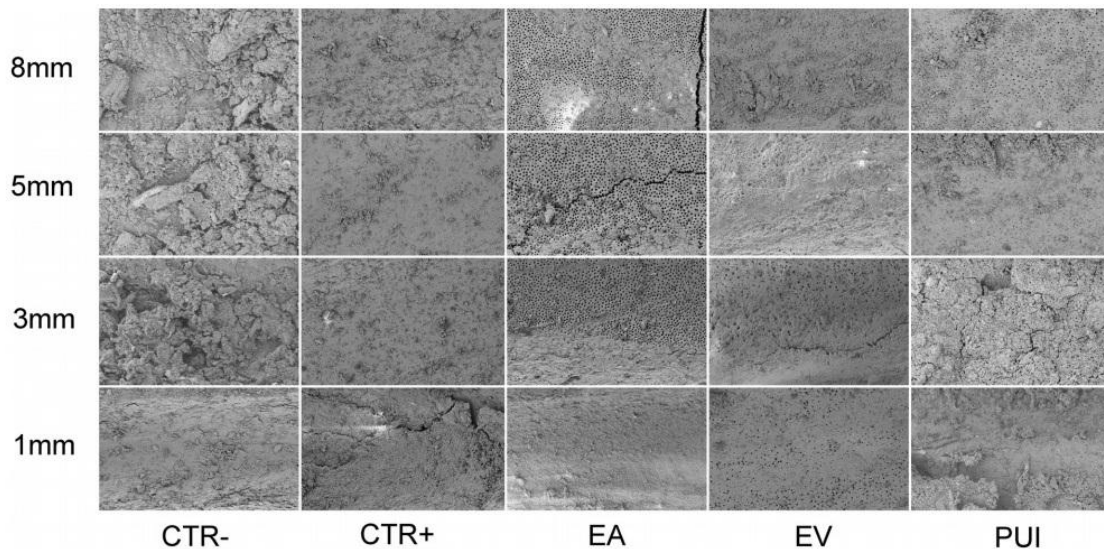


Fig. 4 – Imagem de microscópio electrónico após utilização dos três sistemas de irrigação no canal a 1, 3, 5 e 8 mm do ápice (1000x). (Adaptado de: Mancini *et al.* (2013))

O estudo de Cachovan *et al.* (2013), avaliou a eficácia antibacteriana *in vitro* de diferentes sistemas irrigantes: o PUI, o sistema manual de entrega através de seringa e o RinsEndo®, que irriga o canal através de uma tecnologia de pressão-sucção. Os resultados obtidos com uma solução salina sugerem que o sistema PUI é o mais eficaz mas o sistema RinsEndo® também reduziu eficazmente as unidades formadoras de colónias comparativamente à irrigação manual. Quando utilizado um regime antimicrobiano eficaz, o sistema RinsEndo® foi mais muito mais eficaz que a irrigação manual e também mais eficaz que o sistema PUI. Este resultado deve-se, provavelmente, ao efeito de aquecimento que o sistema tem no irrigante, contudo, isto pode ter um papel secundário na eliminação de *Enterococcus* que consegue resistir a temperaturas de 60°C durante 30 minutos. No entanto os autores concluíram que o irrigante é mais importante em termos de redução de carga bacteriana que o sistema de irrigação.

Outro aspecto importante na utilização dos diferentes sistemas irrigantes é a sua segurança para os tecidos periapicais, portanto, aquele que não extruir ou extruir menos solução irrigante através do ápice será considerado o mais seguro. Desai e Himel (2009), testaram qual o sistema irrigante que extruía a maior quantidade de irrigante. Nas suas descobertas o sistema EndoVac® não extruía nenhum irrigante após uma entrega e sucção ao nível do comprimento de trabalho no canal. EndoActivator® teve uma mínima evacuação, estatisticamente irrelevante, de irrigante através do ápice do canal aquando da entrega na câmara pulpar do irrigante. Os sistemas Manual,

RinsEndo® e Ultrassónico tiveram uma quantidade significativa de irrigante que ultrapassava o ápice comparativamente aos outros dois sistemas.

4.3.6.2. Na Remoção de Instrumentos

A fractura de instrumentos no SCR antes da completa instrumentação do mesmo pode resultar numa maior probabilidade de re-infecção. Existe a ideia que se a fractura do instrumento ocorre já na fase final da instrumentação, especialmente se for no ápice, o prognóstico é melhor pois provavelmente o canal já foi bem instrumentado e está livre de infecção. (Alomairy, 2009)

A remoção de instrumentos fracturados do SCR pode ser necessária para a resolução de casos com patologia periapical. A inclusão de um microscópio a um sistema de ultrassons aumentou a capacidade do clínico atingir o sucesso na remoção de instrumentos fracturados. (Garg, Grewal, 2016)

A vibração ultrassónica é transmitida ao fragmento soltando-o e eventualmente expulsando-o. A recuperação de um instrumento fracturado pode comprometer a qualidade e a quantidade dos restantes tecidos dentários e consequentemente diminuir a resistência à fractura da raiz, dependendo este risco da localização do instrumento e do método utilizado para o remover. (Garg, Grewal, 2016)

No estudo de Souter e Messer (2005), o sucesso da remoção de instrumentos fracturados do SCR nos três terços radiculares, através de ultrassons foi avaliado, assim como a quantidade de tecido dentário que era removido e o risco de perfuração, para cada terço radicular. A remoção de limas normalmente resulta na formação de um ombro na raiz, criando um ponto de stress. Neste estudo as limas localizadas no terço médio e no terço apical diminuíram a força da raiz em 30% e 40%, respectivamente, comparativamente com o grupo controlo, devido à quantidade de estrutura eliminada. Também nestes terços, a remoção das limas com o sistema de ultrassons foi eficaz e sem risco de perfuração mas, no terço apical, devido ao ratio entre sucesso na remoção e risco de perfuração sugere que a remoção não deve ser tentada de forma rotineira.

Vários factores têm de ser avaliados quando o objectivo é a remoção de instrumentos fracturados. As hipóteses de sucesso têm de ser balanceadas com as potenciais complicações. O sucesso depende do tipo de instrumento fracturado, da anatomia do SCR, do grau de curvatura do canal e da técnica utilizada para a sua remoção. Neste

estudo foi criada uma plataforma de acesso ao instrumento no canal com as brocas Gates-Glidden para posterior acção da ponta ultrassónica ProUltra Endo® (Dentsply) no instrumento fracturado em canais rectos e curvos associados a um microscópio operatório, como Ruddle preconizou. A taxa de sucesso com ultrassons foi de 93.3% em canais curvos e de 95% em canais rectos tornando assim esta técnica num método eficaz de remoção de instrumentos fracturados. (Gencoglu, Helvacioğlu, 2009)

Também Garg e Grewal (2016), compararam as pontas ultrassónicas ProUltra® com o sistema EMS Endochuck® associado a limas K em termos de recuperação de um segmento de lima ProTaper® de 4 mm de um canal mesiolingual de um dente mandibular. Os objectivos eram comparar as alterações em diferença de volume radicular, espessura radicular, peso do dente, taxa de sucesso e tempo através de CBCT. A taxa de sucesso para a remoção de instrumentos neste estudo, no geral, foi de 87.5%, sendo que o sistema EMS® teve 90% de taxa de sucesso e as pontas ProUltra® 85%. Houve uma diferença estatística no volume médio do espaço intracanal e na espessura da dentina radicular com valores idênticos após a utilização dos dois sistemas sendo que o sistema EMS® teve um aumento de 112.52% e as pontas ProUltra® um aumento de 55.35%. Houve também uma diferença significativa no peso das amostras em que o grupo EMS® teve quase o dobro da redução do peso comparativamente ao grupo ProUltra®, com valores de 18.42% e 9.36%, respectivamente. Esta diferença de valor pode ser atribuída ao facto de as limas K terem um elevado poder de corte, eliminando assim mais dentina, contribuindo para os valores supramencionados. Relativamente ao tempo utilizado, o grupo ProUltra® demorou significativamente mais tempo com um tempo médio de 63.89 minutos enquanto o sistema EMS® demorou apenas 50.22 minutos, sendo este valor atribuído à sua natureza mais agressiva.

Ocasionalmente, a remoção de um espigão é necessária para permitir o RTENC num dente em que há um desenvolvimento ou reaparecimento de patologia periapical. As melhores técnicas de adesão aplicadas aos espigões de fibra no SCR podem provocar dificuldades acrescidas na sua remoção, tendo sido assim, advogado por vários autores a utilização de ultrassons para a remoção com o mínimo dano e perda de estrutura dentária. (Scotti *et al.*, 2013)

4.3.7. Pluggers

O SCR tem de ser tridimensionalmente bem obturado de coronal a apical para ter a melhor capacidade seladora após a instrumentação e desinfecção. Para ultrapassar todas as limitações clínicas e de equipamento, o material obturador tem de se adaptar à anatomia do SCR da melhor maneira possível deixando o cimento obturador apenas com a função de preencher pequenos espaços e irregularidades que possam existir entre o material obturador e a parede dos canais. (Kulild *et al.*, 2007)

Existem de momento várias técnicas utilizadas para a obturação do SCR, entre elas:

- ❖ A compactação da GP a frio (Técnica de condensação lateral);
- ❖ A compactação da GP plastificada por meios mecânicos (Técnica híbrida de Tagger);
- ❖ A compactação da GP termoplastificada por meio de condensadores endodônticos ou pontas de termoplastificação (Técnica de Schilder e Técnica de ondas contínuas). (Tavares *et al.*, 2012)

As técnicas de obturação termoplástica de GP não só produzem uma obturação homogénea adaptada às irregularidades do SCR como aumentam a densidade de GP dentro do SCR. (Viapiana *et al.*, 2014)

O uso de sistemas de entrega de GP termoplastificada como única modalidade de obturação é uma técnica sensível com potencial de extrusão apical de GP, além do excesso de instrumentação que pode alargar excessivamente o canal para poder acomodar as agulhas de injeção de material, se bem que, neste aspecto, a introdução de sistemas rotatórios permitiram o contorno deste problema pela capacidade que têm em criar canais cónicos e com a conicidade adequada sem sobre-instrumentar o terço apical. (Yelton *et al.*, 2007)

4.3.7.1. Kerr Buchanan System B®

A fonte de aquecimento System B® foi especialmente desenhada para modificar a técnica de condensação, simplificando a obturação e tornando-a mais rápida. Este sistema é denominado por “Onda de condensação contínua” e a sua extrusão apical de GP é menor comparativamente a outros sistemas de obturação termoplástica. (Viapiana *et al.*, 2014)

Viapiana *et al.* (2014), afirmam que com este sistema existe uma melhor replicação do canal comparativamente à técnica de compactação lateral e que a sua principal vantagem é a capacidade de obter o “down-packing” de forma contínua com um só movimento e com uma só ponta aquecida.

4.3.7.2. Dentsply Calamus 3D®

O sistema Calamus 3D® é uma unidade que combina as peças de mão Calamus Pack® e o Calamus Flow®. A peça de mão Calamus Pack é uma fonte de aquecimento, que, em conjunto com a respectiva ponta eléctrica de aquecimento é utilizada para aquecer, remover e condensar a GP através da energia térmica durante a fase de “down-packing” na obturação. A peça de mão Calamus Flow® é utilizada em conjunto com uma peça única que integra um cartucho de GP e uma cânula para dispensar a GP já quente durante a fase de “backpacking” da obturação. (Ruddle, 2010)



Fig. 5 – Unidade termoplástica Calamus® para aquecimento e injeção de GP. (Adaptado de: Hargreaves, K.M., Cohen, S. & Berman, L.H., 2016. *Cohen's pathways of the pulp*, 11th ed.)

No estudo de Gupta *et al.* (2015), foram comparados três sistemas de obturação entre eles o Thermafill®, a Técnica de Compactação Lateral e o sistema Calamus®. O objectivo do estudo era comparar a qualidade da obturação entre os três sistemas, recorrendo ao CBCT para comparação dos resultados. O sistema Calamus®, seguido do Thermafill® foi o que apresentou melhores resultados na área de preenchimento do SCR. Também na quantidade máxima de GP presente no canal o sistema Calamus® foi

o que obteve melhores resultados. Relativamente a espaços vazios sem preenchimento, só o sistema Calamus® não apresentou nenhum espaço, em qualquer terço, enquanto o sistema Thermafill® apresentou no terço cervical e a técnica de condensação lateral possuía-os nos três terços radiculares. Investigações anteriores avaliaram as várias técnicas obturadoras e os resultados são bastante consistentes, a técnica de condensação vertical a quente duplica, relativamente à condensação lateral a frio, a impressão da anatomia do SCR. Aquecer a GP permite um melhor movimento sobre as irregularidades das superfícies, pelo menos os sistemas recentes eram assim apresentados e neste estudo todas as técnicas de obturação a quente replicaram os defeitos muito bem, mas, com diferenças significativas entre os grupos.

4.3.7.3. Kerr Elements ®

A unidade de obturação Elements® consiste numa fonte de aquecimento System B® e a respectiva ponta e uma peça de mão que entrega GP termoplastificada ou RealSeal® através de um cartucho. (Cohen's, 311)



Fig. 6 – Unidade de aquecimento Elements® para injeção e compactação de GP. (Adaptado de: Hargreaves, K.M., Cohen, S. & Berman, L.H., 2016. *Cohen's pathways of the pulp*, 11th ed.)

Kulild *et al.* (2007), realizaram um estudo em que utilizavam várias técnicas de obturação para posteriormente avaliarem a replicação que cada um conseguia obter dos defeitos intracanalares. Entre eles o sistema Elements® foi sujeito a estudo em dois grupos, um com condensação vertical a quente e outro com GP injectável, grupos 3 e 4 respectivamente. Os restantes três grupos utilizaram o sistema EndoTwinn® com

condensação lateral a quente sem e com vibração e condensação vertical a quente, grupos 1, 2 e 5 respectivamente. Investigações anteriores avaliaram as várias técnicas obturadoras e os resultados são bastante consistentes, a técnica de condensação vertical a quente duplica, relativamente à condensação lateral a frio, a impressão da anatomia do SCR. Aquecer a GP permite um melhor movimento sobre as irregularidades das superfícies, pelo menos os sistemas recentes eram assim apresentados e neste estudo todas as técnicas de obturação a quente replicaram os defeitos muito bem, mas, com diferenças significativas entre os grupos. O sistema Elements® aquece a GP a 200°C o que permite que ela flua bem e tenha uma compactação eficiente. No entanto a técnica é muito sensível e difícil de se utilizar. Se a ponta não estiver suficientemente profunda no SCR há o risco de sub-obturação, por outro lado, se o foramen for muito largo ou muita pressão for aplicada pode ocorrer a sobre-extensão do material obturador. Quatro defeitos foram criados no SCR sendo um grande defeito no terço médio, outro pequeno no mesmo terço e depois um no terço apical e outro no terço coronal. No maior defeito do terço médio são o grupo 2 e 4, com significância estatística superaram os grupos 1, 3 e 5. No defeito mais pequeno do mesmo terço, o grupo 2 superou o grupo 5, o único resultado com diferença estatística. No defeito apical o grupo 4 obteve resultados estatisticamente superiores sobre os grupos 1, 3 e 5, enquanto o grupo 2 são superou o grupo 3. No defeito coronal, ambos os grupos 2 e 4 superaram o grupo 1. Um factor que pode ter influenciado estes factores foi a temperatura de 22°C da sala onde foram conduzidas as experiências, talvez, num estudo diferente que se assemelhasse mais a temperatura do corpo humano, os resultados fossem diferentes.

5. Reciclagem Selectiva de Canais Radiculares

As opções de tratamento para dentes previamente endodonciados com doença pós tratamento são limitadas. Incluem o RTENC, RTEC ou a combinação de ambos. (Nudera, 2015)

Uma revisão sistemática de Torabinejad *et al.* (2009), reportou uma taxa de sucesso significativa para a cirurgia endod ntica (77,8%) a 2 e 4 anos comparativamente ao procedimento não cirúrgico (70,9%) no período de *follow-up*. Esta tendência inverteu-se quando o período de tempo passou para o intervalo de 4 a 6 anos em que o tratamento não cirúrgico obteve valores de sucesso de 83% comparativamente ao valor significativamente menor de 71,8% da cirurgia endod ntica. Estes valores sugerem que

o RTEC tem uma diminuição estatisticamente significativa da sua taxa de sucesso a cada intervalo de recuperação subsequente, enquanto no RTENC os valores inversos sugerem que este, pelos resultados mais favoráveis ao longo do tempo, deve ser o tratamento de eleição comparativamente ao RTEC.

O RTENC tem tradicionalmente uma abordagem de “tudo ou nada”, que quando seleccionada encoraja o clínico a remover todas as restaurações do dente, remover todo o material obturador de todos os canais e promover uma desinfecção completa de todo o SCR para posterior obturação e restauração para devolver a forma e função ao dente. Abordar os casos de retratamento usando este método tradicional, tem os seus riscos como o enfraquecimento da estrutura do dente pela remoção de dentina, erros iatrogénicos que podem ser criados e o indesejado aquecimento criado na remoção de material presente no SCR pode promover lesões no periodonto. Estes riscos podem levar à perda da peça dentária. (Nudera, 2015)

No entanto a remoção completa de todas as restaurações não é prático ou de maior interesse dos pacientes. A maioria das vezes apresentam-se para retratamento com restaurações que consideram ser recentes e não estão dispostos a suportar o fardo psicológico e financeiro que a total remoção e reconstrução das restaurações acarreta, além de que a remoção de uma prótese parcial fixa pode por o coto ou o dente em risco. (Nudera, 2015)

Quando o RTENC não é uma opção de tratamento razoável a abordagem cirúrgica de retratamento ou exodontia são os tratamentos de escolha. Ao contrário do RTENC o RTEC não é visto como um tratamento de “tudo ou nada”. O tratamento de ressecção apical e obturação retrógrada são apenas direccionados a (s) raiz (es) com lesão apical. Esta prática de selectividade por uma ou mais raízes deixando as que não têm lesão apical intocadas é um protocolo aceite há décadas. (Nudera, 2015)

Historicamente o plano de tratamento estava limitado à imagiologia radiográfica 2D. Com a evolução na imagiologia a imagem 3D tornou-se numa valiosa ferramenta na área da Endodontia mais propriamente a imagem por CBCT. Este método melhora significativamente a capacidade do clínico em determinar a morfologia radicular, a anatomia interna do SCR e patologias periapicais antes do tratamento. O conhecimento acrescentado por esta técnica imagiológica a três dimensões permite ao clínico planear decisões de tratamento previsíveis relativamente à presença ou ausência de patologia

periapical em determinada raiz em vez de fazer suposições acerca do dente como um todo. Esta nova opção de tratamento denomina-se *Reciclagem Selectiva de Canais Radiculares*. Esta combina a abordagem do RTENC com a selectividade de tratamento do RTEC. Desta forma, o retratamento pode ser direccionado a uma única raiz ou raízes que demonstram patologia periapical mantendo a integridade das raízes sem patologia visível ou perceptível. (Nudera, 2015)

5.1. Relato de Caso

Este relato de caso, descrito e efectuado por Nudera (2015), refere que uma Senhora de 57 anos de idade apareceu na consulta de uma clínica privada de Endodontia com queixas de uma dor bem localizada com duas semanas de duração. Após o exame clínico, o dente #37 respondia com sensibilidade à palpação, percussão e ao teste de mordida. Este dente tinha uma coroa total fixa e servia como apoio posterior de uma prótese parcial removível. Os tecidos gengivais aparentavam-se ligeiramente inflamados sem sinais de inchaço enquanto exibiam profundidades de sondagem normais.

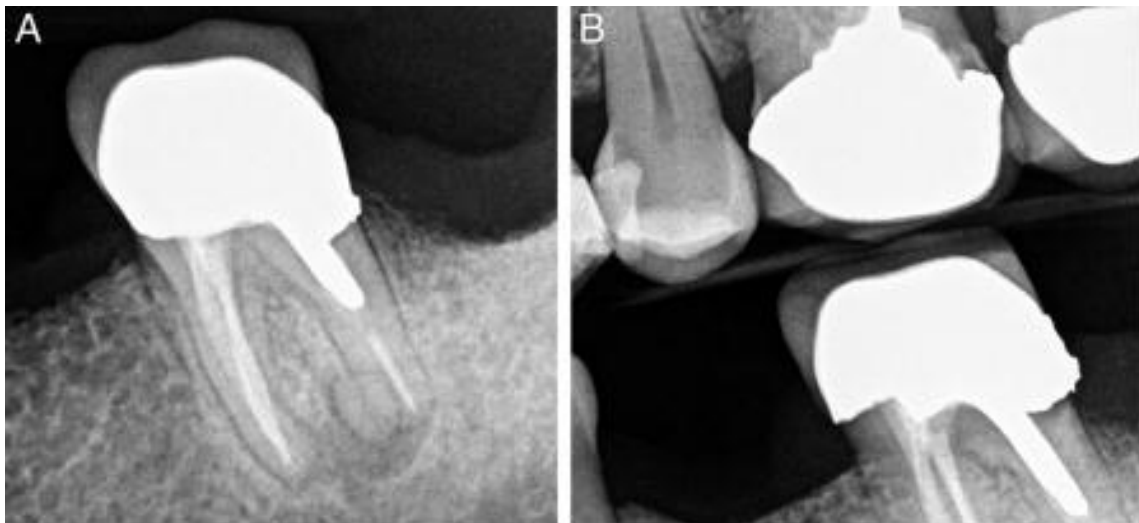


Fig. 7 – Raio-X periapical pré-operatório (A) e Bitewing (B) do dente 37. (Adaptado de: Nudera (2015))

O exame radiográfico consistia numa radiografia periapical, uma bite-wing e um scan de CBCT com vista de campo limitada mostraram que o dente #37 já possuía TENC e uma coroa total fixa com espigão falso de coto fundido. Uma segunda raiz distal por tratar e uma radiolucência periapical eram prontamente visíveis no raio-x periapical. O exame por CBCT acabou por confirmar a presença da raiz distolingual por tratar com a representação anatómica de um *radix entomolaris*. Uma posterior análise ao exame de CBCT mostrou uma lesão apical, bem circunscrita à volta dessa raiz distolingual. A

interpretação relativamente ao envolvimento da raiz distovestibular era incerta devido à sua proximidade com a radiolucência periapical. O diagnóstico dado a este dente foi o de uma periodontite apical sintomática.

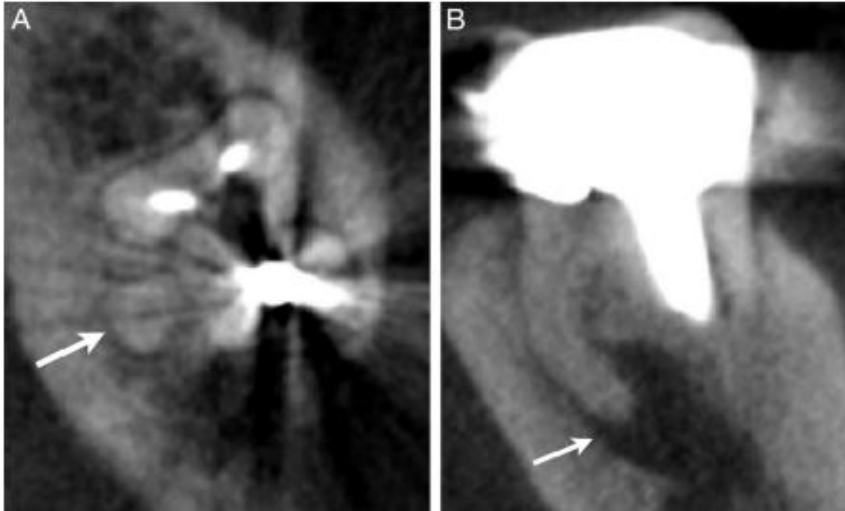


Fig. 8 – CBCT Axial (A) e Coronal (B) mostrando raiz distolingual por tratar (setas). (Adaptado de: Nudera (2015))

As opções de tratamento que foram dadas à paciente englobavam a exodontia, o RTENC tradicional envolvendo, como está, a remoção de todos os materiais restauradores, não fazer nada e o retratamento selectivo de canais envolvendo todos os procedimentos necessários direccionados à raiz distolingual. Após a discussão de todos os riscos e sua compreensão, a paciente escolheu como, tratamento a efectuar, a reciclagem selectiva de canais no dente #37. Iniciado o tratamento com anestesia profunda e colocação do isolamento absoluto as vistas axial e sagital do CBCT foram utilizadas para determinar a localização precisa do canal distolingual tendo posteriormente sido transferida para a superfície oclusal do dente através de uma sonda periodontal.

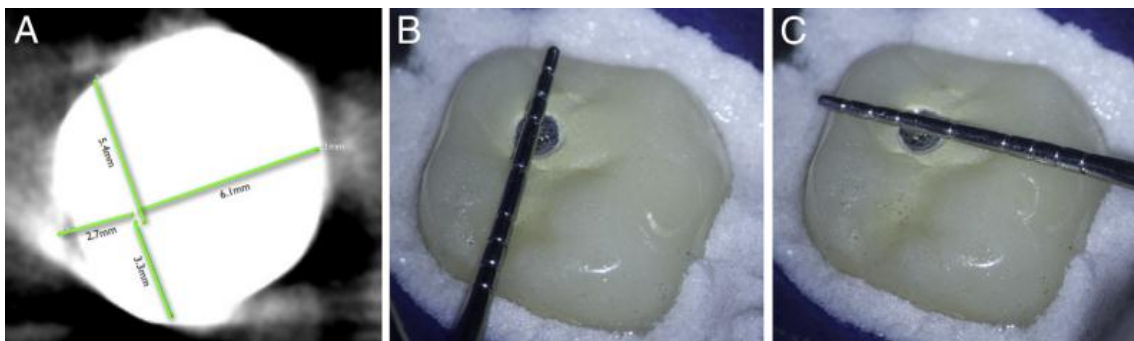


Fig. 9 – Vista coronal do CBCT ao nível oclusal com medições pré-operatórias (A). Vista clínica mostrando a cavidade de acesso usando as medidas de CBCT nas orientações mesiodistal (B) e vestibulolingual (C). (Adaptado de: Nudera (2015))

Com o auxílio de um microscópio dentário operatório, o acesso foi criado através de uma pequena broca esférica diamantada seguida de uma broca cilíndrica de corte transversal para posterior perfuração através do núcleo fundido da prótese parcial fixa com abundante irrigação com água para arrefecimento. No fim, o acesso foi aperfeiçoado com o auxílio de instrumentação ultrassónica do sistema ProUltra®.



Fig. 10 – Cavidade de acesso com visão do canal distolingual. (Adaptado de: Nudera (2015))

O canal por tratar foi prontamente identificado e o comprimento de trabalho determinado com o recurso a um localizador e confirmado radiograficamente.

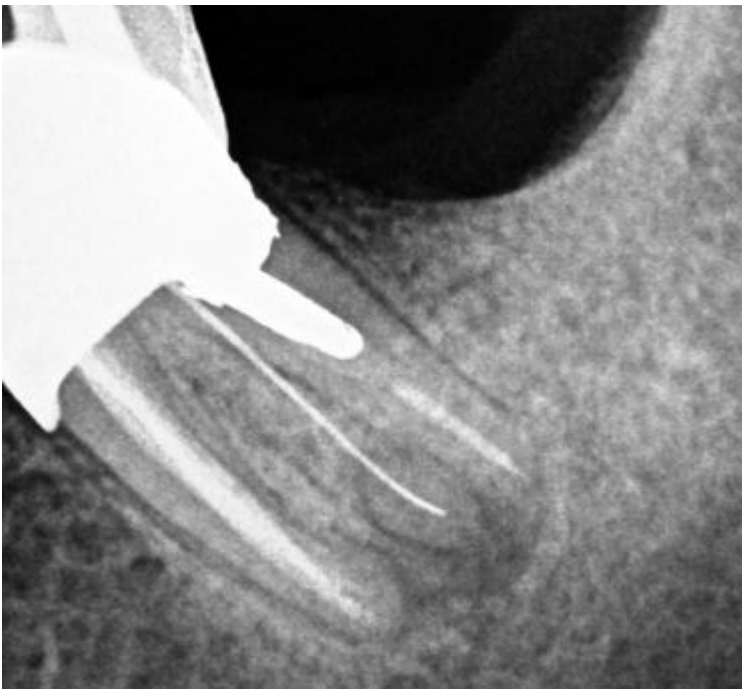


Fig. 11 – Raio-X periapical com a confirmação e identificação do canal distolingual e o comprimento de trabalho. (Adaptado de: Nudera (2015))

Foi criado o glide path para o tamanho 20/.02 e alargado para o tamanho 25/.06 com limas de movimento rotativo e o protocolo de irrigação consistia em NaOCL a 6% e QMix 2in1® em conjunto com activação sónica e ultrassónica para desinfecção do SCR. Posteriormente o canal foi seco com cones de papel e obturado com a técnica de condensação contínua. O acesso foi restaurado e uma radiografia pós-tratamento foi efectuada. Foram dadas instruções pós-tratamento à paciente e ficou colocada em lista para posterior *follow-up* e numa abordagem posterior a paciente referiu que tinha notado uma melhoria significativa sobre a original queixa.



Fig. 12 – Raio-X periapical pós-operatório do dente 37. (Adaptado de: Nudera (2015))

Passados 12 meses a paciente reportou que estava completamente livre de sintomas e o dente perfeitamente funcional. Foram tiradas uma radiografia periapical e um scan CBCT que mostrou que o dente #37 estava completamente livre da radiolúcia periapical associada à raiz distolingual.

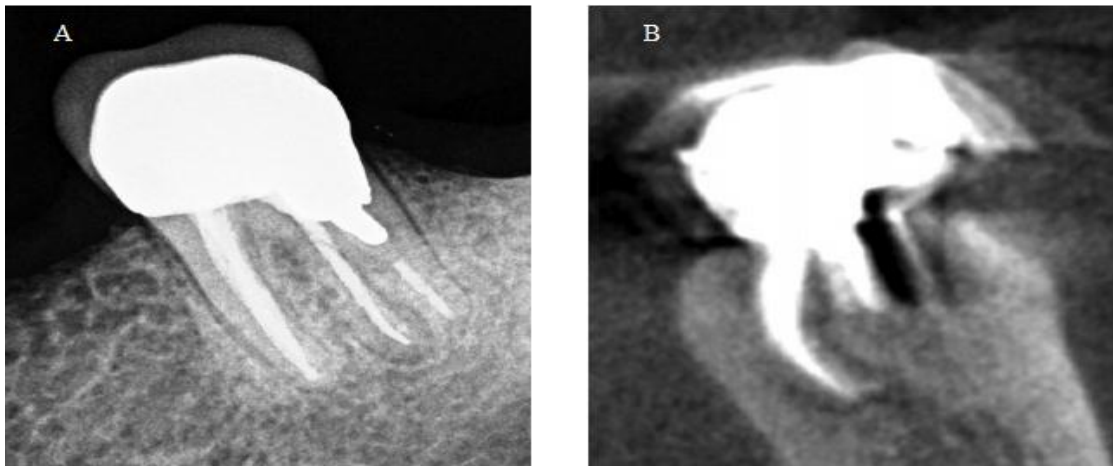


Fig. 13 – Raio-X periapical (A) e CBCT vista coronal do dente 37 doze meses após tratamento. (Adaptado de: Nudera (2015))

Havia uma ligeira inflamação da gengiva sem sinais de inchaço e com profundidade de sondagem normal no exame intraoral. O dente #37 já não tinha sensibilidade à palpação, percussão ou ao teste de mordida. (Nudera, 2015)

III. Discussão

A avaliação radiográfica e a sua interpretação são imperativos para um bom diagnóstico e plano de tratamento. As suas avaliações devem considerar:

- ❖ Localização, tamanho e forma da câmara pulpar;
- ❖ Comprimento das raízes;
- ❖ Morfologia do complexo pulpo-dentinário;
- ❖ Grau de curvatura dos canais;
- ❖ Qualidade e extensão do material obturador caso se trate de um dente previamente tratado com TE;
- ❖ Raízes múltiplas ou aberrantes;
- ❖ Bifurcações;
- ❖ Dentes com uma anatomia única.

Tradicionalmente, são capturadas múltiplas imagens de diversas angulações na tentativa de reconstruir mentalmente um objecto multiplanar através de várias imagens com um único plano. Esta abordagem tem limitações pois depende da interpretação de cada clínico tal como da sobreposição de imagens de várias estruturas anatómicas para ser obtido um diagnóstico correcto. (Nudera, 2015)

Muitos clínicos continuam a utilizar as imagens 2D pelo simples facto de ser o procedimento básico tradicional. As imagens por CBCT melhoraram significativamente o diagnóstico endodôntico e o plano de tratamento por eliminarem a sobreposição de estruturas e podem eliminar a necessidade de múltiplas radiografias periapicais diminuindo a subjectividade inerente à interpretação do clínico pelas imagens 2D. O CBCT providencia a oportunidade de ver o dente nos três planos do espaço, com medições precisas, permitindo ao Médico Dentista isolar visualmente o ápice de uma ou várias raízes, sugerindo que uma abordagem mais conservadora pode ser levada em conta num dente com patologia apical. (Nudera, 2015)

No entanto, a imagem de diagnóstico por CBCT ainda não está prontamente disponível a todos os clínicos. A aquisição de um scan de CBCT tal como a capacidade de interpretação do Médico Dentista é um pré-requisito para a candidatura de determinado dente para o tratamento seletivo de canais. Não só esta, mas mais limitações estão associadas à utilização de CBCT, tal como os artefactos por endurecimento do raio que têm de ser devidamente apreciados e que podem levar à sua não utilização a certos níveis. A exposição à radiação e os aspetos financeiros também são duas desvantagens a ter em conta. Apesar de providenciar uma vantagem demarcada, o CBCT não substitui a imagem radiográfica convencional devendo ser considerada um valioso suplemento de informação pois o risco adicional de exposição pode ser justificado pela diminuição da necessidade de múltiplas radiografias a meio do tratamento e evitar procedimentos irreversíveis. O aspeto financeiro é importante pois apesar do uso de CBCT ser reconhecido em vários tratamentos dentários pela actual Terminologia Dentária da Associação Dentária Americana o paciente raramente é reembolsado pelas seguradoras porque a imagem de CBCT ainda não é considerada um benefício coberto, o que transfere a carga financeira do procedimento para o paciente que pode não estar disposto a este gasto adicional ou ao clínico que pode requisitar o exame para fazer uma recomendação mais informada de um tratamento. (Nudera, 2015)

A decisão por parte do clínico em efetuar este tratamento numa ou mais raízes com determinada doença tem de ser baseada num exame clínico profundo e interpretação clínica após o acesso à raiz(es). Restaurações com a integridade da sua margem afetada ou dentes com plano de tratamento para posterior substituição de todo o material restaurador não estão indicados para esta abordagem. Além disso, dentes que estejam a ser submetidos a um tratamento de reciclagem seletiva de canais radiculares,

possuam cáries recorrentes ou infiltração bacteriana visível do material restaurador devem ver o seu material restaurador totalmente removido. Presumindo que o dente está completamente são, com as suas restaurações e margens totalmente íntegras e não apresentando sinal de cáries recorrentes, *slots* de acesso preciso podem ser criadas para minimizar o dano na restauração e maximizar a sua integridade estrutural. (Nudera, 2015)

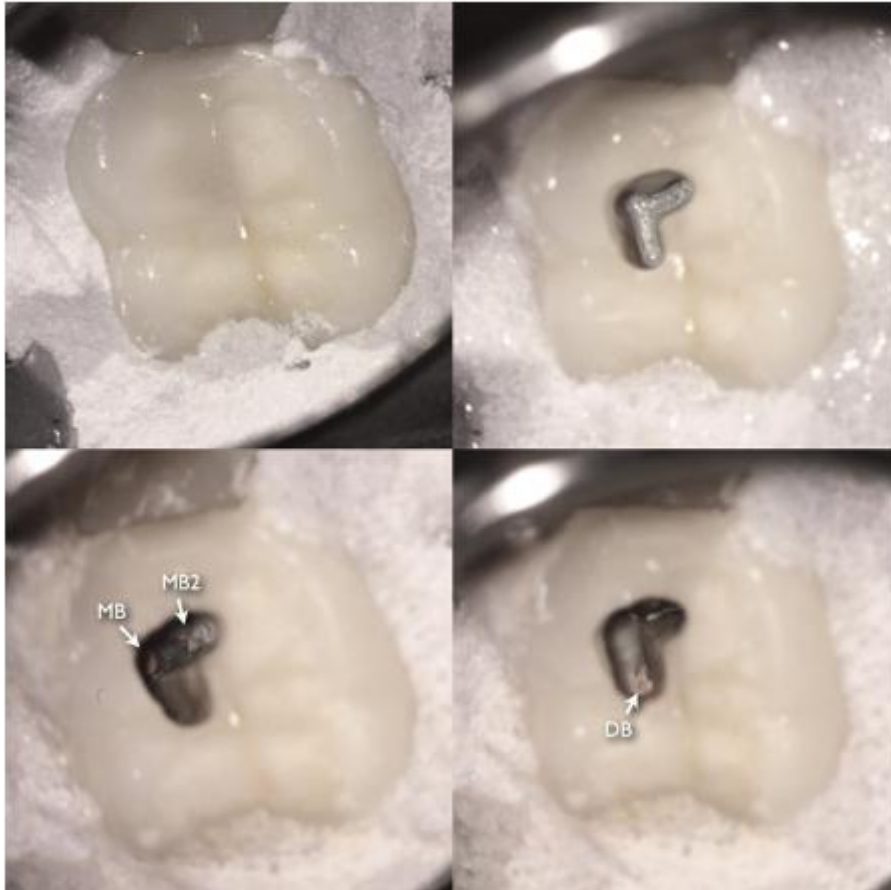


Fig. 14 – Slot de acesso precisa desenhada para reciclagem selectiva dos canais mesiovestibular (MB), mesiovestibular 2 (MB2) e distovestibular (DB) do dente #16. (Adaptado de: Nudera (2015))

Aquando de um RTENC, a remoção do material obturador por vezes pode-se tornar um desafio, contando por isso, o Médico Dentista com os mais diversos solventes para facilitar a tarefa. Os solventes mais utilizados e com melhores resultados são o eucaliptol e o clorofórmio. Mas nem tudo são pontos positivos, pois ambos são citotóxicos e sem uma diferença estatística entre eles que permita dizer qual é o melhor a este nível no estudo de Scelza *et al.*, (2006). Noutro estudo, o eucaliptol teve uma menor viabilidade celular que o clorofórmio com o aumento das suas concentrações. Na remoção de GP entre estes, o clorofórmio tem uma melhor capacidade dissolvente que o

eucaliptol, mas, o xilitol obteve melhores resultados que estes dois. (Scelza *et al.*, 2006; Ribeiro *et al.*, 2007; Martos *et al.*, 2011)

Passando para a irrigação, o NaOCl é o único irrigante que tem o poder de dissolver tecido necrosado e vital. É difícil imaginar a existência de uma irrigação eficaz sem NaOCl, que, apesar de não remover a “*Smear Layer*”, remove os tecidos orgânicos nela presentes o que permite que a sua posterior remoção mais facilmente com um agente quelante. O NaOCl deve ser implementado durante a instrumentação sem alternar com mais nenhuma substância. Na irrigação final, após uma copiosa irrigação com NaOCl agentes quelantes como o EDTA ou Ácido Cítrico removem a “*Smear Layer*” de forma eficaz, contudo, a sua utilização prolongada pode enfraquecer a dentina radicular. No entanto, a CHX, apesar de não ter a capacidade dissolutora do NaOCl, com a sua maior afinidade para eliminar bactérias do tipo Gram+ pode ser, em casos de RTENC uma boa opção como protocolo de irrigação, pois espera-se que haja uma maior quantidade deste tipo de bactérias, as maiores responsáveis pela falha do TENC. Também a substantividade, ou seja, a capacidade antimicrobiana prolongada, da CHX, por se ligar aos tecidos duros do canal e manter a capacidade antimicrobiana é um fator a ter em conta neste irrigante em casos de RTENC. (Haapasalo *et al.*, 2010; Zehnder, 2006)

As limas de movimento recíprocante, apesar de não terem sido desenvolvidas para o retratamento, pela natureza do seu movimento possuem bons resultados quando aplicadas com este intuito onde foi demonstrado que aumenta a vida útil das limas comparativamente com as limas de movimento de rotação contínua. O sistema Reciproc®, ao contrário do sistema PTUR®, foi desenvolvido com uma liga Ni-Ti M-Wire, mais resistentes a nível torsional e de fadiga quando comparadas com as ligas Ni-Ti normais usadas no sistema PTUR®. As Reciproc®, com o seu movimento, mantêm a lima mais centrada no canal, mantendo uma alta área de contato entre o instrumento e a GP, tendo resultados tão eficazes quanto os sistemas de movimento de rotação contínua. Apesar de terem sido desenvolvidas para o retratamento e de obterem bons resultados para remoção e extrusão de GP, as limas PTUR®, com a introdução destas ligas mais recentes que a Reciproc® utiliza não consegue igualar os seus resultados, também devido ao corte transversal em S com dois bordos cortantes das Reciproc®. (Ozyurek, 2016; Rios *et al.*, 2014; Plotino *et al.*, 2014)

IV. Conclusão

As imagens tridimensionais continuam a expandir os limites na área da Medicina Dentária. Com esta evolução, toda a comunidade científica tem de a acompanhar, pensando e criando novos métodos e tratamentos devidamente fundamentados.

A *Reciclagem Seletiva de Canais Radiculares* introduz uma nova e razoável opção de tratamento para dentes com falhas no tratamento endodôntico e necessidade de serem retratados. Com este novo tratamento conservador, a utilização de materiais que davam as melhores garantias nos casos de RTENC, tais como o solvente clorofórmio, a CHX e as limas de movimento recíprocante Reciproc® poderão ser utilizados com as melhores perspectivas nesta nova abordagem clínica, preservando potenciais próteses que possam existir e o máximo de estrutura dentária.

Em casos que não haja melhoria dos sintomas ou até um agravamento dos mesmos, pode-se expandir esta opção de tratamento a outras raízes se necessário.

É claro que mais investigações a longo prazo com a utilização deste tratamento necessitam de ser desenvolvidas e estudadas mas podemos estar ao pé de um tratamento revolucionário na área da reabilitação Endodôntica.

V. Bibliografia

1. Al-Hadlaq, S.M., 2011. Effect of chloroform, orange solvent and eucalyptol on the accuracy of four electronic apex locators. *Australian Endodontic Journal*, 39(3), pp.112–115.
2. Alomairy, K.H., 2009. Evaluating Two Techniques on Removal of Fractured Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments from Root Canals: An In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 35(4), pp.559–562.
3. Arslan, H. *et alii*, 2014. Effect of ProTaper Universal, Endoflare, Revo-S, HyFlex Coronal Flaring Instruments, and Gates Glidden Drills on Crack Formation. *Journal of Endodontics*, 40(10), pp.1681–1683.
4. Aydın, B., Köse, T. & Çalışkan, M.K., 2009. Effectiveness of HERO 642 versus Hedström files for removing gutta-percha fillings in curved root canals: an ex vivostudy. *International Endodontic Journal*, 42(11), pp.1050–1056.
5. Cachovan, G. *et alii*, 2013. Comparative Antibacterial Efficacies of Hydrodynamic and Ultrasonic Irrigation Systems In Vitro. *Journal of Endodontics*, 39(9), pp.1171–1175.
6. Carr, G.B. *et alii*, 2009. Ultrastructural Examination of Failed Molar Retreatment with Secondary Apical Periodontitis: An Examination of Endodontic Biofilms in an Endodontic Retreatment Failure. *Journal of Endodontics*, 35(9), pp.1303–1309.
7. Chevigny, C.D. *et alii*, 2008. Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study—Phases 3 and 4: Orthograde Retreatment. *Journal of Endodontics*, 34(2), pp.131–137.
8. Colaco, A.S. & Pai, V.A., 2015. Comparative Evaluation of the Efficiency of Manual and Rotary Gutta-percha Removal Techniques. *Journal of Endodontics*, 41(11), pp.1871–1874.
9. Coniglio, I. *et alii*, 2008. Post Space Cleaning Using a New Nickel Titanium Endodontic Drill Combined with Different Cleaning Regimens. *Journal of Endodontics*, 34(1), pp.83–86.
10. Desai, P. & Himel, V., 2009. Comparative Safety of Various Intracanal Irrigation Systems. *Journal of Endodontics*, 35(4), pp.545–549.
11. Duarte, M.A.H. *et alii*, 2011. Effects of Gates-Glidden, LAAXess and Orifice Shaper Burs on the Cervical Dentin Thickness and Root Canal Area of Mandibular Molars. *Brazilian Dental Journal Braz. Dent. J.*, 22(1), pp. 28-31.

12. Durack, C. & Patel, S., 2012. Cone beam computed tomography in endodontics. *Brazilian Dental Journal Braz. Dent. J.*, 23(3), pp.179–191.
13. Garg, H. & Grewal, M.S., 2016. Cone-beam Computed Tomography Volumetric Analysis and Comparison of Dentin Structure Loss after Retrieval of Separated Instrument by Using Ultrasonic EMS and ProUltra Tips. *Journal of Endodontics*. pp. 1-6
14. Gencoglu, N. & Helvacioğlu, D., 2009. Comparison of the Different Techniques to Remove Fractured Endodontic Instruments from Root Canal Systems. *European Journal of Dentistry*, 9, pp. 90-95.
15. Gu, L.-S. *et alii*, 2009. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. *Journal of Endodontics*, 35(6), pp.791–804.
16. Gupta, R., 2015. Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An Invitro study. *Jcdr Journal Of Clinical And Diagnostic Research*, 9(8), pp.15-17.
17. Haapasalo, M. *et alii*, 2010. Irrigation in Endodontics. *Dent Clin N Am*, 54, pp. 291-312.
18. Johnson, W., Kulild, J.C. & Tay, F. (2016) Obturation of the Cleaned and Shaped Root Canal System. In: Hargreaves, K.M., Cohen, S. & Berman, L.H., 2016. *Cohen's pathways of the pulp* 11th ed., St. Louis, MO: Mosby Elsevier, pp. 280-322.
19. Karataş, E. *et alii*, 2015. The effect of chloroform, orange oil and eucalyptol on root canal transportation in endodontic retreatment. *Aust Endod J Australian Endodontic Journal*, 42(1), pp.37–40.
20. Kosti, E. *et alii*, 2006. Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni-Ti instruments to remove gutta-percha and four types of sealer. *International Endodontic Journal*, 39(1), pp.48–54.
21. Kulild, J. *et alii*, 2007. A comparison of 5 gutta-percha obturation techniques to replicate canal defects. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103(1), pp. 28-32.
22. Kuttler, S. *et alii*, 2016. La era dorada de la instrumentación endodóntica. *Soluciones Clínicas en Odontología*, 7(9), pp. 6-10

23. Layton, G. *et alii*, 2015. Fluid Dynamics and Biofilm Removal Generated by Syringe-delivered and 2 Ultrasonic-assisted Irrigation Methods: A Novel Experimental Approach. *Journal of Endodontics*, 41(6), pp.884–889.
24. Lopes, H.P. *et alii*, 2013. Fatigue Life of Reciproc and Mtwo Instruments Subjected to Static and Dynamic Tests. *Journal of Endodontics*, 39(5), pp.693–696.
25. Luckmann, G., Dorneles, L.C. e Grando, C.P. (2013). Etiologia dos Insucessos dos Tratamentos Endodônticos, *Vivências*, 9(16), pp. 133-139.
26. Mancini, M. *et alii*, 2013. Smear Layer Removal and Canal Cleanliness Using Different Irrigation Systems (EndoActivator, EndoVac, and Passive Ultrasonic Irrigation): Field Emission Scanning Electron Microscopic Evaluation in an In Vitro Study. *Journal of Endodontics*, 39(11), pp.1456–1460.
27. Martos, J. *et alii*, 2011. Dissolving efficacy of eucalyptus and orange oil, xylol and chloroform solvents on different root canal sealers. *International Endodontic Journal*, 44(11), pp.1024–1028.
28. Mohammadi, Z. *et alii*, 2015. Impact of Ultrasonic Activation on the Effectiveness of Sodium Hypochlorite: A Review. *Iranian Endodontic Journal*, 10(4), pp. 216-220.
29. Moura, M.S. *et alii*, 2009. Influence of Length of Root Canal Obturation on Apical Periodontitis Detected by Periapical Radiography and Cone Beam Computed Tomography. *Journal of Endodontics*, 35(6), pp.805–809.
30. Nudera, W.J., 2015. Selective Root Retreatment: A Novel Approach. *Journal of Endodontics*, 41(8), pp.1382–1388.
31. Peters, O.A., Peters, C.I. & Basrani B. (2016). Cleaning and Shaping the Root Canal System. In: Hargreaves, K.M., Cohen, S. & Berman, L.H., 2016. *Cohen's pathways of the pulp* 11th ed., St. Louis, MO: Mosby Elsevier, pp. 209-279
32. Plotino, G. *et alii*, 2007. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. *Journal of Endodontics*, 33(2), pp.81–95.
33. Plotino, G. *et alii*, 2014. Cutting Efficiency of Reciproc and WaveOne Reciprocating Instruments. *Journal of Endodontics*, 40(8), pp.1228–1230.
34. Rahimi, S. *et alii*, 2014. A Review of Bacterial Agents in Endodontic Treatment. *Iranian Endodontic Journal*, 9(3), pp. 161-168.

35. Ribeiro, D.A. *et alii*, 2007. Biocompatibility of gutta-percha solvents using in vitro mammalian test-system. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 103(5).
36. Ricucci, D. & Siqueira, J.F., 2008. Anatomic and Microbiologic Challenges to Achieving Success with Endodontic Treatment: A Case Report. *Journal of Endodontics*, 34(10), pp.1249–1254.
37. Ricucci, D., Lin, L.M. & Spångberg, L.S., 2009. Wound healing of apical tissues after root canal therapy: a long-term clinical, radiographic, and histopathologic observation study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 108(4), pp.609–621.
38. Ricucci, D. & Siqueira, J.F., 2011. Recurrent Apical Periodontitis and Late Endodontic Treatment Failure Related to Coronal Leakage: A Case Report. *Journal of Endodontics*, 37(8), pp.1171–1175.
39. Rios, M.D.A. *et alii*, 2014. Efficacy of 2 Reciprocating Systems Compared with a Rotary Retreatment System for Gutta-percha Removal. *Journal of Endodontics*, 40(4), pp.543–546.
40. Roda, R.S. & Gettleman, B.H. (2016). Nonsurgical Retreatment. In: Hargreaves, K.M., Cohen, S. & Berman, L.H., 2016. *Cohen's pathways of the pulp* 11th ed., St. Louis, MO: Mosby Elsevier, pp. 324-386.
41. Rödig, T. *et alii*, 2012. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals - a micro-computed tomography study. *International Endodontic Journal*, 45(6), pp.580–589.
42. Ruddle, C. (2010). Filling Root Canal Systems: The Calamus 3D Obturation Technique. *Dentistry Today*, [online] pp.1-7. Available at: <http://www.dentistrytoday.com/endodontics/2611-filling-root-canal-systems-the-calamus-3-d-obturation-technique> [Accessed 3 Oct. 2016].
43. Scarfe, W.C. *et alii*, 2009. Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *International Journal of Dentistry*, 2009, pp.1–20.
44. Scelza, M.F.Z. *et alii*, 2006. In vitro evaluation of macrophage viability after incubation in orange oil, eucalyptol, and chloroform. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 102(3), pp. 24-27

45. Scotti, N. *et alii*, 2013. Evaluation of a Simplified Fiber Post Removal System. *Journal of Endodontics*, 39(11), pp.1431–1434.
46. Souter, N. & Messer, H., 2005. Complications Associated with Fractured File Removal Using an Ultrasonic Technique. *Journal of Endodontics*, 31(6), pp.450–452.
47. Stuart, C. *et alii*, 2006. Enterococcus faecalis: Its Role in Root Canal Treatment Failure and Current Concepts in Retreatment. *Journal of Endodontics*, 32(2), pp.93–98.
48. Tavares, W. *et alii*, 2012. Opção pela técnica híbrida de Tagger para obturação de canais radiculares em clínica de pós-graduação em endodontia. *Arquivos em Odontologia*, 48(1), pp.26–31.
49. Topçuoğlu, H.S. *et alii*, 2016. Laboratory comparison of cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold, Reciproc and WaveOne files in canals with a double curvature. *International Endodontic Journal Int Endod J*.
50. Torabinejad, M. *et alii*, 2009. Outcomes of Nonsurgical Retreatment and Endodontic Surgery: A Systematic Review. *Journal of Endodontics*, 35(7), pp.930–937.
51. Viapiana, R. *et alii*, 2014. Investigation of the Effect of Sealer Use on the Heat Generated at the External Root Surface during Root Canal Obturation Using Warm Vertical Compaction Technique with System B Heat Source. *Journal of Endodontics*, 40(4), pp.555–561.
52. Yelton, C. *et alii*, 2007. Assessment of a Thermoplasticized Gutta-Percha Delivery System to Effectively Obturate Canals with Varying Preparation Dimensions. *Journal of Endodontics*, 33(2), pp.156–159.
53. Zehnder, M., 2006. Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics*, 32(5), pp.389–398.
54. Özyürek, T., 2016. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc, WaveOne, and WaveOne Gold Nickel-Titanium Instruments. *Journal of Endodontics*, 42(10), pp.1536–1539.

