

**Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra**  
**Mestrado Integrado em Medicina Dentária**



**Apexificação associada a restauração corono-radicular em dentes  
anteriores definitivos: Série de casos**

Sónia Dias

**Orientador:** Prof. Doutor João Miguel Marques dos Santos

**Coorientador:** Prof. Doutor João Carlos Ramos

**Coimbra, Julho 2018**



Mestrado Integrado em Medicina Dentária  
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

**Apexificação associada a restauração corono-radicular em dentes anteriores  
definitivos: Série de casos  
Dias S<sup>1</sup>, Ramos J<sup>2</sup>, Santos J<sup>2</sup>**

1 Aluna do 5º ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

2 Professor auxiliar do Mestrado Integrado de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Área de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra  
Avenida Bissaya Barreto, Bloco de Celas  
3000 – 075 Coimbra  
Telefone: +351 239484183  
Fax: +351 239402910

Endereço eletrónico: [soniateidias@gmail.com](mailto:soniateidias@gmail.com)

Coimbra, Julho 2018

## Sumário

1. Glossário
2. Abstract
3. Resumo
4. Introdução
5. Materiais e Métodos
6. Resultados
7. Discussão
8. Conclusões
9. Agradecimentos
10. Bibliografia
11. Anexos
12. Lista de Figuras
13. Lista de Tabelas
14. Índice

## Glossário

<b>A</b>	Ausente
<b>AAE</b>	American Association of Endodontists
<b>ASA</b>	American Society of Anesthesiology
<b>Biod.</b>	Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France)
<b>BTC</b>	Beta Trifosfato de Cálcio
<b>Ca(OH)<sub>2</sub></b>	Hidróxido de Cálcio
<b>EDTA</b>	Acido Etilenodiaminotetracético
<b>Esp.</b>	Espessamento
<b>FDI</b>	Federação Dentária Internacional
<b>FMUC</b>	Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra
<b>HERS</b>	Hertwig epithelial root sheath – Bainha Epitelial de Hertwig
<b>LP</b>	Ligamento Periodontal
<b>MTA</b>	Mineral Trioxide Aggregate – Agregado de Trióxido Mineral
<b>NE</b>	Não Executado
<b>OdmT</b>	Odontometria de Trabalho
<b>P</b>	Presente
<b>PA</b>	Periapical
<b>PAI</b>	Periapical Index
<b>Pré-op.</b>	Pré-operatório
<b>RR</b>	Reabsorção Radicular

## Abstract

**Introduction:** Treatment teeth with open apices is an endodontic and restorative challenge. The apexification technique has been associated with high success rates. In our eight cases the treatment option was apexification technique with MTA, tricalcium phosphate and Biodentine™. MTA has been studied extensively and because of its excellent properties was the material most used in apexification technique in last years. Due to its inherent drawbacks other calcium silicate cements were used in apexification technique.

The aim to treat this teeth is them long retention time. For that reason, the choice of a restorative treatment that reinforce or prevent root fractures like adhesive restoration technique extended into root canal system is essential.

**Aim:** This case series aimed to evaluate long-term clinical and radiographic outcomes of seven nonvital immature teeth treated with apexification technique and adhesive corono-radicular restoration.

**Materials and Methods:** This case series had the ethical approval of the Ethical Committee of the Faculty of Medicine of University of Coimbra. All five subjects were informed and signed the informed consent. A evaluation protocol was defined with inclusion of clinical and radiographic criteria. A blind observer evaluated each case following the established protocol. This case series included six subjects with eight teeth treated.

**Results:** One of the teeth was lost because was considered a clinical and radiographic failure; The other six teeth were asymptomatic at clinical evaluation, but two teeth were considered a radiographic failure because of periapical radiolucency. On colour evaluation just one teeth had a grey shadow on the cervical area of the crown. Concerning to restoration evaluation, just one teeth have to substitute the coronal restoration.

**Discussion:** Previous clinical studies reported a high success rate with apexification technique with MTA, and, less, with Biodentine™ to treat teeth with open apices. Many factors can influence the outcome of this technique but the combination of corono-radicular adhesive restorations and materials that have similar mechanical properties to dentin with this apexification technique may lead to a long-term success. In this case series, although with a limited number of cases but a long-term follow-up (range of five to twenty-two years) six teeth were considered a clinical success, which is in accordance with literature.

**Conclusions:** Despite the limitations of our case series, the combination of these two techniques seems to be the best choice to achieve the long term survival of these group of teeth with necrotic pulps and immature root development.

**Key-Words:** Apexification, Mineral Trioxide Aggregate, Biodentine™, tricalcium phosphate, corono-radicular adhesive restoration, necrotic pulp, open apices.

## Resumo

**Introdução:** O tratamento de dentes com ápice aberto é um desafio tanto endodôntico como restaurador devido às suas características inerentes. A apexificação é uma técnica que permite o tratamento destes dentes com elevadas taxas de sucesso reportadas. Nos casos incluídos o material utilizado para a sua realização foi o MTA, o beta trifosfato de cálcio e o Biodentine™. O MTA tem sido amplamente estudado e devido às suas excelentes propriedades foi o material mais utilizado para a realização desta técnica no decorrer dos últimos anos. Devido às suas desvantagens outros cimentos de silicato de cálcio têm sido utilizados.

O objetivo do tratamento é a retenção destes dentes a longo prazo. Assim, o tipo de tratamento restaurador implementado deve permitir reforçar a estrutura dentária remanescente e prevenir possíveis fraturas radiculares, como as restaurações corono-radiculares adesivas.

**Objetivo:** Com esta série de casos pretende-se avaliar o sucesso clínico e radiográfico a longo prazo de oito dentes tratados com a técnica da apexificação e restaurações corono-radiculares adesivas.

**Materiais e Métodos:** Esta série de casos teve a aprovação do Comité de Ética da Faculdade de Medicina da universidade de Coimbra. Os cinco doentes incluídos receberam toda a informação e assinaram o consentimento informado. O protocolo de avaliação foi elaborado com inclusão de critérios clínicos e radiográficos. Um observador cego avaliou cada caso seguindo o protocolo estabelecido.

**Resultados:** Um dos dentes foi considerado insucesso clínico e radiográfico; os outros seis dentes estavam assintomáticos aquando a avaliação clínica, no entanto, dois deles foram considerados como insucessos radiográficos uma vez que apresentavam lesão periapical. Na avaliação clínica da cor, apenas num dente foi observada uma mancha cinzenta na zona cervical da coroa. Em relação à avaliação da restauração, apenas um dente requiere a substituição da restauração coronária.

**Discussão:** Vários estudos clínicos têm reportado elevadas taxas de sucesso com a técnica de apexificação com MTA, havendo menos estudos com o Biodentine™. Há vários fatores que podem influenciar o resultado desta técnica, no entanto, a combinação com restaurações corono-radiculares adesivas com materiais que tenham propriedades mecânicas semelhantes à dentina podem levar ao sucesso a longo prazo. Nesta série de sete casos com um longo período de seguimento, entre cinco a vinte e dois anos, seis deles foram considerados sucessos clínicos, que está de acordo com o descrito na literatura.

**Conclusão:** Apesar das limitações da nossa série de casos, a combinação destas duas técnicas parece ser a melhor escolha para alcançar a sobrevivência a longo prazo deste grupo de dentes.

**Palavras-chave:** Apexificação, MTA, Biodentine™, Beta Trifosfato de cálcio, Restauração corono-radicular adesiva, Necrose pulpar, Ápice aberto

## Introdução

No momento da erupção dos dentes anteriores definitivos, por volta dos 5 a 7 anos de idade, a sua raiz ainda se encontra em processo de formação e a maturação radicular só tem lugar 3 a 4 anos depois. Estas etapas finais do desenvolvimento radicular traduzem-se num aumento do comprimento radicular, espessamento das paredes de dentina e encerramento do ápice, estando então a sua formação completa entre os 9 e os 11 anos de idade (1, 2).

Neste período entre a erupção e a maturação radicular, os dentes são denominados de imaturos. A contínua formação da raiz é assegurada através de uma estrutura constituída por duas camadas celulares designada por Bainha Epitelial de *Hertwig* (Hertwig's epitelial root sheath – HERS). Esta induz a diferenciação das células da papila apical em odontoblastos (que assim contribuem para a formação da dentina radicular), bem como a diferenciação de cementoblastos (que levam à formação do cimento), de osteoblastos (que levam à formação do osso alveolar) e de fibroblastos (que contribuem para a formação das fibras de colagénio do ligamento periodontal). De realçar que para que todos estes mecanismos se desencadeiem é necessário que exista vitalidade do tecido pulpar. (1, 3, 4)

Por conseguinte, todos os processos patológicos que, durante este período de tempo, possam afetar a vitalidade pulpar destes dentes podem conduzir à interrupção do seu desenvolvimento radicular. Existem diversas etiologias que podem comprometer o estado pulpar nesta etapa, sendo de destacar as lesões de cárie, as anomalias de desenvolvimento como *dens-in-dent* e, sobretudo, os traumatismos, com elevada incidência neste grupo de dentes e faixa etária, para os quais foi encontrada correlação direta entre os relatos de traumatismo nas crianças e a frequência de necrose dos dentes incisivos permanentes (4-6). Para além desta associação, também as sequelas de lesões de cárie não tratadas em fase inicial são uma das etiologias mais frequentemente envolvidas na necrose destes dentes em crianças (3).

Qualquer patologia que conduza ao desenvolvimento de um processo de necrose pulpar, em dentes imaturos, tem como consequência a interrupção do suprimento sanguíneo da HERS e a subsequente cessação da formação radicular. As consequências clínicas desta interrupção envolvem a presença de paredes dentinárias finas, canal radicular paralelo ou de conicidade invertida, ápice aberto (1, 2, 4-12) e a uma relação coroa/raiz anormal e desfavorável. O impacto negativo destes fatores no prognóstico do tratamento é ainda mais relevante em dentes que se apresentam num estágio de desenvolvimento radicular mais inicial, segundo *Nolla*, condicionando abordagens de tratamento mais questionáveis e menos previsíveis (4, 6, 13).

Todos estes fatores reunidos tornam estes dentes com uma elevada suscetibilidade à fratura e ao desenvolvimento de patologia periapical, pelo que constituem um desafio quanto à abordagem terapêutica, tanto endodôntica como restauradora, dificultada pelo ápice aberto, pelo amplo espaço canal e ainda pela fragilidade estrutural inerente às características anatomo-histológicas acima referidas (1, 2, 4-12, 14).

Relativamente à abordagem terapêutica endodôntica, há várias dificuldades que se apresentam dadas as características destes dentes imaturos. A instrumentação deve ser reduzida e delicada tendo em conta as paredes dentinárias finas e frágeis; as soluções de irrigação não devem ser citotóxicas pois os tecidos periapicais estão amplamente expostos; e a obturação torna-se condicionada devido à inexistência de um batente apical existente num ápice completamente formado, levando a uma maior probabilidade de extrusão do material de obturação bem como a um deficiente selamento apical (4, 7, 12, 14-17). Assim, de forma a contornar esta última condicionante várias técnicas terapêuticas têm sido propostas ao longo dos anos com o objetivo de induzirem ou criarem uma barreira apical, ou então com o propósito de promover a continuidade do encerramento apical e do desenvolvimento radicular.

A apexificação é uma técnica não cirúrgica, popularizada por Frank a partir de 1966, que permite a criação de uma barreira apical em dentes com o ápice aberto. Consequentemente permite a obturação canalar com uma boa limitação apical e uma boa compactação, que prevenirá a via de contaminação por bactérias e toxinas do canal para os tecidos periapicais e permitindo assim a reabilitação coronária do dente.(1, 6, 9, 12, 16, 18, 19)

Por definição, segundo a *American Association of Endodontists* (AAE) 2015, a apexificação é um método que visa a indução de uma barreira calcificada numa raiz com o ápice aberto ou o contínuo desenvolvimento apical de raízes imaturas de dentes com polpas necrosadas. As vantagens aliadas a esta técnica são a sua previsibilidade, o seu sucesso na resolução da patologia periapical e dos sintomas clínicos e a criação de um batente apical que induz o encerramento biológico do ápice (4, 6, 7, 12, 14, 16, 17). São vários os materiais descritos na literatura para a criação/indução desta barreira apical desde pastas antissépticas ou antibióticas, beta-trifosfato de cálcio, raspas de dentina não-contaminada, para-monoclorofenol canforado, o tradicional e largamente utilizado hidróxido de cálcio pro-análise (9), passando pelo MTA desde o final da década de 90 (8) e, mais recentemente, os cimentos à base de silicato de cálcio. (20)

O hidróxido de cálcio como material utilizado para a apexificação foi pela primeira vez descrito na literatura por Granath em 1959 (18) e era o material de eleição para a execução desta técnica, sendo reportado por vários estudos associado a um nível de sucesso, situado entre os 74% e os 100% (15, 21-26), na indução da barreira apical (1, 6, 15, 17, 18, 21-24, 26-29). Descrito também como tendo capacidade de erradicar os microrganismos do sistema canalar e assim conseguir a resolução da patologia periapical (6). No entanto, são inúmeras as desvantagens descritas na literatura, sendo uma delas o facto de ser um tratamento longo requerendo múltiplas sessões (1, 5, 9, 12, 18, 19). Apesar das divergências entre os vários estudos publicados, o intervalo de tempo necessário para a indução da barreira apical descritos na literatura variam, desde os 3 (24), 6 a 12 (15, 22, 23) ou mesmo 24 meses (14, 18), donde se pode concluir que não se trata de uma técnica muito previsível.

Vários estudos referem ainda o facto de que esta camada de dentina e cimento terciário formada após apexificação com hidróxido de cálcio apresentar uma microestrutura muito porosa, designada por “tunnels defects” (12, 30); e da possibilidade de indução de necrose transitória nos tecidos subjacentes como processo reativo do organismo ao material em questão (30).

Para além destes inconvenientes encontram-se ainda outros, como uma maior probabilidade de recontaminação coronária, em consequência de eventuais falhas de selamento da restauração provisória (4, 6, 7, 9, 11, 12, 14, 18), baixa adesão à terapêutica pelo paciente devido às múltiplas sessões necessárias (1, 9, 18, 19), à barreira criada de natureza de tecido duro (4, 12) que em casos com necessidade de retratamento leva a uma maior dificuldade requerendo uma outra abordagem. Além disso, o uso prolongado do hidróxido de cálcio prejudica as propriedades mecânicas da dentina (1, 4-6, 9, 16, 18, 19). Este efeito está relacionado com o elevado pH do hidróxido de cálcio, que usado por um período superior a 30 dias (14), leva a uma desnaturação proteica da dentina radicular e consequentemente a uma alteração da sua resistência mecânica que diminui o amortecimento das forças transmitidas ao dente aumentando a probabilidade de fraturas do dente (5, 6, 11, 14, 18) com maior incidência ao nível cervical da raiz (5).

Cvek avaliou a incidência de desenvolvimento de fraturas radiculares em dentes com tratamento endodôntico, relacionando com o grau de desenvolvimento radicular; classificou-o em 5 estágios – ápices divergentes e menos de metade do comprimento radicular total (1), metade do comprimento radicular total (2), 2/3 do comprimento radicular total (3), perto do comprimento radicular total (4), raiz com o comprimento radicular total (5) – associando, respetivamente, a incidência de fraturas de 77%, 53%, 43%, 28% e 2% e tendo encontrado uma correlação estatisticamente significativa entre um menor desenvolvimento radicular e uma maior incidência de fraturas (13).

Num estudo clínico randomizado conduzido por Eric Bonte et al. foi observado um insucesso de 26% no grupo sujeito à técnica de apexificação com recurso ao Hidróxido de Cálcio, devido a fraturas cervicais da raiz (6) estando em conformidade com outros estudos que a literatura tem vindo a reportar (13, 31).

A diminuição da resistência à fratura da raiz também tem sido atribuída ao atraso verificado na realização da restauração definitiva destes casos.

Para ultrapassar estas desvantagens associadas ao hidróxido de cálcio e permitir um tratamento com mais previsibilidade foi introduzido, em 1999 por Torabinejad e Chivian, o MTA como material para a criação de uma barreira apical (1, 8, 9, 18); inicialmente, em 1993, comercializado com a designação ProRoot® MTA (11, 32). Este material é constituído por cimento de Portland, óxido de bismuto (radiopacificador), silicato dicálcico, silicato tricálcico, aluminato tricálcico, aluminoferrite tetracálcica e outros óxidos de minerais (18, 19, 33, 34). É considerado um material biocompatível e bioativo devido à sua capacidade de indução e condução de tecidos duros, através da promoção da diferenciação celular e estimulação da reparação, isto é, osteogénese e cementogénese (6, 9, 18, 19, 25, 33, 35-37). Assim é possível ocorrer a formação de uma barreira apical natural, em média, após 12,19 meses após a sua aplicação clínica (1). Num estudo realizado em animais houve a formação de uma barreira apical em 100% dos casos (38). Para além disso, é dotado de uma excelente biocompatibilidade e permite obter um bom selamento. A sua capacidade de induzir a criação de uma camada de apatite pela sua bioatividade, que cria uma camada híbrida entre o material e a dentina, sela também os túbulos dentinários e permite isolar os microrganismos do microambiente favorável (6, 9, 18, 32-35). É descrito

também como tendo associadas propriedades antimicrobianas (11, 19, 34, 35), estando estas correlacionadas com a sua alcalinidade (34, 35), dado que após a hidratação o MTA alcança um pH aproximado de 12,5 (33, 34). Outras propriedades vantajosas são o facto de ser hidráulico (35) e hidrofílico, permitindo que a sua reação de presa ocorra de forma adequada e previsível em ambientes húmidos, e a capacidade de possibilitar um bom selamento mesmo quando a sua presa ocorre na presença de sangue (18, 32, 35).

A sua capacidade de induzir uma barreira artificial, no momento em que é colocado, e de indução de uma barreira natural mais rápida, torna-o numa opção em detrimento do hidróxido de cálcio e elimina os grandes inconvenientes associados ao tratamento com o material tradicional (8, 19, 20) abrindo portas á possibilidade de realização da apexificação em sessão única.

As suas desvantagens estão bem referidas na literatura como o seu elevado tempo de presa, em média 165 minutos ( $\pm 5$  minutos) (34). Por isso, mais tarde, foram desenvolvidos e comercializados os cimentos de silicato de cálcio fotopolimerizáveis, no sentido de ultrapassar esta limitação que, no entanto, demonstraram propriedades de biocompatibilidade inferiores (35). Também a dificuldade de espatulação e manuseamento, que podem condicionar as suas propriedades, o seu elevado custo (5, 34) e a descoloração dentária provocada (6, 20, 34, 39) são outras desvantagens referidas.

Na tentativa de ultrapassar esta desvantagem, que associada a dentes anteriores e em crianças torna-se também num inconveniente de grande relevância, foram introduzidos no mercado outras formulações do MTA, surgindo o ProRoot® MTA white e o MTA Angelus® White (9, 35). No entanto também estes provocam descoloração (9, 20, 39).

São várias as causas apontadas como responsáveis pela descoloração de dentes tratados com MTA. Inicialmente, atribui-se este efeito à formação de sais de metais (óxido de ferro, óxido de bismuto, óxido de magnésio e óxido de alumínio) presentes em maior percentagem no MTA cinzento. Contudo, verificou-se posteriormente que mesmo o MTA branco induz descoloração, pelo que a presença do óxido de bismuto como radiopacificador foi apontado como principal indutor das alterações. Verificou-se que em contacto com o colagénio desencadeia uma reação que provoca o escurecimento posterior do dente (20, 34, 39, 40).

Na tentativa de ultrapassar este inconveniente, foram introduzidos no mercado novos materiais nos quais o agente radiopacificador usado é o óxido de zircónio (35). Contudo, está descrito que materiais que não contêm o óxido de bismuto também podem provocar algum efeito de descoloração dentária. Assim sendo, há que ter em conta outros fatores, como outros constituintes dos materiais, o contacto destes com sangue, o contacto com alguns irrigantes que possam ficar residualmente nos túbulos dentinários, as condições do ambiente canal, a exposição à luz fluorescente (9, 20) e ainda a coexistência de paredes dentinárias muito finas (6).

A técnica de apexificação com o recurso ao MTA tem demonstrado bons resultados com sucesso na resolução da patologia periapical e dos sintomas clínicos, com uma percentagem de entre os 81% e 100% com períodos de observação de 1 a 2 anos até 15 anos (1, 6-8, 11, 14, 15, 18, 19, 22, 31, 40-46) e formação de uma barreira apical natural após um tempo médio de 3 a 4,5 meses (19). Em

comparação com a técnica tradicional, permite uma redução do número de sessões e do tempo até à restauração definitiva do dente (6, 8, 16, 19, 41), que por outro lado minimiza a probabilidade de haver nova contaminação coronária devido a quebras na cadeia de assepsia (8, 19, 42) e de ocorrer fratura do dente (6, 8, 19). Apesar do seu elevado pH após a hidratação, o MTA não provoca alterações diretas ao nível da resistência da dentina (6, 14), não havendo correlação com uma maior suscetibilidade a fraturas radiculares cervicais (6, 20, 43).

Num estudo de série de casos de Moore e col. em 2011, tratados com a técnica da apexificação com dois tipos de MTA, observou-se em 7 casos um contínuo crescimento radicular (9), o que indica que em casos nos quais há a permanência da viabilidade das células da papila apical e da bainha epitelial de *Hertwig*, em contacto com o MTA, estas podem viabilizar a continuidade do normal processo desenvolvimento radicular (9, 23, 44, 45).

A técnica do *plug* com o MTA pode ser realizada em 1 ou várias sessões (5, 11, 14, 16, 32), dependendo do tipo de MTA que é usado (5), da etiologia que está na base da necrose do dente imaturo, da presença de patologia periapical no início do tratamento e da idade do paciente (4). Vários autores defendem o tratamento numa sessão justificando com o facto de levar a uma diminuição da probabilidade de fratura, entre sessões, uma vez que permite que a obturação e restauração coronária sejam feitas num menor espaço de tempo (1, 18). Uma vez que tanto em 1 sessão como em 2 sessões, os resultados apresentados pela literatura se mostram semelhantes, com percentagens de sucesso desde 81% a 100% no tratamento em sessão única (1, 18, 22), ambas as opções são exequíveis desde que aplicadas nos casos bem selecionados e dentro dos critérios acima reportados.

Mais recentemente, outros materiais começaram a ganhar lugar como opção para a técnica de Apexificação, os materiais à base de silicato de cálcio. Destes, destaca-se o Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France), promovido comercialmente como o “substituto da dentina” (12, 20, 30). Pertence ao grupo dos cimentos bioativos sendo comercializado desde 2009 e apresenta as mesmas características destes: trocas iónicas com a superfície subjacente, formação de hidróxido de cálcio aquando do seu processo de hidratação, hidrofília e a capacidade de selamento pela formação de uma camada híbrida com a superfície de contacto pela indução do desenvolvimento de cristais de apatite (20, 30).

Este material é constituído por um componente em pó que inclui silicato tricálcico, silicato dicálcico, carbonato de cálcio e óxido de carga, óxido ferroso como corante, óxido de zircónio e um componente líquido que contém cloreto de cálcio e um polímero hidrossolúvel (35).

Resultante da sua composição química e componente físico, o Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) apresenta um tempo de presa inicial curto, entre 9 e 12 min, e um tempo de presa final de 45min, sendo justificado pela adição de cloreto de cálcio ao seu componente líquido e à diminuição da relação pó/líquido, quando comparado com os outros cimentos de silicato de cálcio. A sua capacidade de selamento é explicada pelo facto deste material conseguir penetrar nos túbulos

dentinários induzindo a aposição de cristais de hidroxiapatite na superfície de contacto; origina-se assim uma camada híbrida de Biodentine-dentina permitindo uma boa adesão micromecânica e também química através das trocas iônicas entre a estrutura dentária e o material (12, 30, 46). Parece haver uma maior capacidade de penetração nos túbulos dentinários no Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) em comparação com o MTA, explicado pelo menor tamanho das suas partículas (47). A sua biocompatibilidade e bioactividade têm vindo a ser comprovadas pela estimulação celular no aumento da produção de factores de crescimento pela indução da proliferação e migração de células estaminais da polpa sem causar toxicidade celular (30, 48). A sua forma de apresentação, pré-doseada, torna-o num material de fácil manuseamento. É ainda referido como um material que provoca menor descoloração *in vitro* (39) e *in vivo* (48, 49) que o MTA.

Apesar da evidência ainda ser limitada, tem demonstrado capacidade para se afirmar como uma alternativa clínica à utilização do MTA para a realização de técnicas de Apexificação numa só sessão. As suas propriedades permitem colmatar algumas das desvantagens associadas ao MTA, como: o tempo de presa curto, a facilidade de manipulação, as melhores propriedades mecânicas e melhores propriedades estéticas (20, 30). É referido também que a sua biocompatibilidade e bioactividade podem até ser superiores às dos outros cimentos de silicato de cálcio, como demonstrado num estudo *in vitro* (48).

Assim, o Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) pode trazer ainda mais segurança e previsibilidade neste tipo de abordagem de sessão única, no entanto, mais estudos clínicos com longos períodos de seguimento são necessários para se poder validar com maior nível de evidência o uso do Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) como material de apexificação em sessão única (46).

Um outro tipo de abordagem para estes dentes imaturos necrosados são as técnicas de regeneração endodôntica. Como o próprio nome indica, este tratamento visa o restabelecimento do complexo dentino-pulpar com o objetivo de haver a continuidade do desenvolvimento radicular e o encerramento do ápice (5, 17) que foram interrompidos devido ao processo de necrose. No entanto, para que esta técnica seja viável é preciso que se reúna uma tríade de condições como a presença de células estaminais da papila apical, a presença de um microambiente asséptico e a presença de uma matriz que sustente a proliferação e diferenciação celular para dar continuidade ao desenvolvimento radicular (3, 4).

Numa revisão sistemática, Torabinejad e col. analisaram a ocorrência de contínuo desenvolvimento radicular após a aplicação desta técnica, e encontrou na literatura taxas de sucesso desde 21% a 100% (17). Por conseguinte, concluiu que as técnicas de regeneração endodôntica não permitem ainda um tratamento previsível, mas aquando a sua aplicação nos casos bem selecionados podem garantir um melhor prognóstico para estes dentes.

Para além da importância do tratamento endodôntico escolhido para a terapia destes dentes é também um fator chave o tratamento restaurador implementado (1, 11, 50). Apesar da apexificação permitir o encerramento apical e, em alguns casos, o crescimento radicular, não permite contornar a

suscetibilidade à fratura a que estes dentes com paredes dentinárias finas e canais amplos, estão sujeitos após o tratamento endodôntico executado. Efetivamente a generalidade da literatura descreve uma maior incidência destas fraturas no terço cervical da raiz (4, 7, 11, 13, 18), podendo por isso considerar-se um local de menor resistência.

Para contornar esta fraca resistência à fratura, alguns procedimentos restauradores para estes dentes têm sido comparados em vários estudos experimentais (50-52), avaliando materiais de obturação com base de resina, compómero fluido, cimentos de ionómero de vidro modificados por resinas, *endo-crowns*, os cimentos de silicato de cálcio, sistemas de espigões ou sistemas de obturação em monobloco.

De entre as várias abordagens restauradoras tem sido sugerido que a técnica que permite um maior “reforço” da estrutura dentária remanescente destes dentes será a utilização de restaurações adesivas, seja com um espigão de fibra de vidro associado a um cimento de resina, quando a destruição da estrutura dentária assim o justifica, ou simplesmente com resina composta (50, 53, 54).

Um dos objetivos principais de um tratamento restaurador, após o tratamento endodôntico, é o de reforçar ou manter a resistência dos dentes contra as forças mastigatórias ou forças externas traumáticas, bem como providenciar um efetivo selamento coronário (54). Assim a adesão destes materiais restauradores ao material subjacente da apexificação bem como à estrutura dentinária é um dos fatores chave para o sucesso da cascata de tratamentos a que estão sujeitos estes dentes necrosados com ápice aberto (55).

No entanto, quando se analisa a adesão à dentina radicular há vários fatores a ter em consideração como: a alteração da sua microestrutura decorrente dos procedimentos do tratamento endodôntico (56-58); a sua micro-morfologia inerente (apresentando menos túbulos dentinários na porção mais apical, levando a menor interface adesiva) e o formato oval do canal que leva a um factor C desfavorável influenciando a boa adaptação da restauração (53). Para contornar estas condições desfavoráveis, têm sido testadas várias condições clínicas na tentativa de encontrar estratégias que nos permitam melhorar as forças adesivas à dentina canalar (56, 57).

Não menos importante, é a adesão destes materiais restauradores aos materiais biocerâmicos utilizados na apexificação, sobre a qual vários estudos têm testado as forças adesivas entre o MTA e o Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) e vários tipos de adesivo e resinas (55, 59, 60). Diferentes estudos referem que entre 17 e 20 MPa são as forças de adesão consideradas necessárias para permitir uma interface adesiva que resista às forças de contração que levariam a falhas nas margens da restauração (55, 60).

Para além das forças adesivas conseguidas entre estes dois tipos de materiais diferentes, é importante considerar o momento ideal de restauração destes dentes tendo em conta o tempo de presa dos materiais de silicato de cálcio. Num estudo *in vitro* concluiu-se que a realização dos procedimentos restauradores deve ser adiada por 7 dias após a colocação do MTA ou do Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) (60).

Assim, conjugando-se as técnicas e materiais ideais, visando tanto a preservação da estrutura dentária remanescente como a mimetização das condições naturais do dente, permitir-se-á o alcance do sucesso e a sobrevivência a longo prazo destes dentes fragilizados.

O objetivo principal deste trabalho é realizar um estudo de uma série de casos de dentes anteriores definitivos necrosados e com ápice aberto, tratados com apexificação e restauração corono-radicular adesiva.

O objetivo secundário deste trabalho é aferir os critérios de avaliação clínica e radiográfica do sucesso da apexificação e das restaurações corono-radiculares, bem como calibrar os avaliadores para um estudo retrospectivo destes casos. Para a sua validação aplicámos o protocolo à série de casos agora estudada.

## Materiais e Métodos

O estudo foi realizado segundo a declaração de Helsinquia para estudos clínicos, tendo sido submetido e aprovado pelo Comité de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (FMUC) com o número “CE-037/2018” (**anexo I**).

Compreende uma série de casos, com o objetivo de dar início a um estudo retrospectivo que irá ser realizado num período de um ano.

Foram selecionados uma série de casos de uma população que abrange doentes da prática clínica do departamento de Medicina Dentária da FMUC. Foram incluídos os doentes que foram sujeitos ao tratamento de apexificação com cimentos de silicato de cálcio e reabilitados com restaurações corono-radiculares adesivas, em dentes anteriores definitivos necrosados, desde 1996 a 2016 segundo os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos (**tabela I**).

*Tabela I - Critérios de Inclusão e Exclusão*

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Dentes incisivos permanentes (Imaturos/Maturos)	Doentes com patologia sistémica ( $\geq$ ASA II)
Traumatismos dentários	
Lesões de cárie extensas	Dentes obturados com Guta-Percha
Plug apical (MTA, Biodentine <sup>TM</sup> (Septodont, Saint Maur des Fosses, France), Beta-trifosfato de cálcio)	
Restaurações corono-radiculares adesivas (com ou sem espigão)	Dentes totalmente obturados com cimentos de silicato de cálcio
Follow-up $\geq$ 1 ano	
Radiografia pré-operatória	Follow-up < 1 ano

Os doentes foram contactados e convidados a realizar uma consulta de reavaliação. Os participantes foram informados sobre os objetivos do estudo e prestados todos os esclarecimentos necessários para a assinatura e obtenção do consentimento informado e esclarecido (**Anexo II**).

Foi estabelecido e usado um protocolo do estudo que passou por uma recolha de dados pessoais e da história clínica (**Anexo III**), bem como das informações das condições, técnicas e materiais relativos aos tratamentos realizados; todos os dados foram obtidos por um dos intervenientes no estudo após consulta do processo clínico de cada um dos doentes incluídos e extraídos para tabela e folha de cálculo (**Anexo IV**).

Após a recolha sistemática da informação foi realizada uma consulta de controlo, por um observador cego, para avaliação clínica com sondagem periodontal e teste de percussão; foi também efetuado registo fotográfico e uma avaliação radiográfica dos tratamentos realizados. Na avaliação clínica realizou-se o despiste de eventuais fraturas do dente ou da restauração bem como de falhas marginais ou infiltração da restauração, segundo os critérios da Federação Dentária Internacional (FDI) (61). Também se procedeu a uma avaliação estética da possível descoloração dentária através de uma comparação de cor com escala (Vita® Classic por ordem de valor) e uma avaliação dos tecidos periapicais através do teste de percussão vertical e horizontal e avaliação da mobilidade. Para a avaliação radiográfica realizou-se uma radiografia periapical ao dente submetido ao tratamento pela técnica da bissectriz; na avaliação radiográfica utilizou-se o sistema Periapical Index (PAI) de *Orstavik* (63) para a classificação da saúde dos tecidos periapicais e utilizaram-se os critérios FDI para a avaliação da restauração. Para sistematizar o registo de todos estes componentes de avaliação elaborou-se uma grelha de registo das avaliações clínica e radiográfica (**Tabela II e III**).

*Tabela II - Critérios Clínicos*

Critérios Clínicos	
Edema	
Presença de Fístula	
Dor à palpação	
Dor à percussão horizontal e vertical	
Mobilidade (I, II, III, IV)	
Profundidade de sondagem e recessão marginal (mm)	
Integridade da estrutura dentária (FDI – score 1, 2, 3, ou 4)	
Cor do dente	
Critérios Clínicos – Restauração (FDI)	
Fractura do material de restauração (Score 1, 2, 3, 4 ou 5)	
Adaptação marginal (sonda exploradora de 150 e 250 $\mu\text{m}$ – score 1,2,3,4 ou 5)	
Qualidade da Restauração – Pigmentação superficial e marginal	

Tabela III - Critérios Radiográficos

Critérios Radiográficos	
Grau de imaturidade radicular (Nolla stage - 7, 8 ou 9)	
Lesão periapical (PAI – 1, 2, 3, 4 ou 5)	
Reabsorção radicular	
Espessamento do ligamento periodontal	
Sinais de fratura radicular (lesão em “J”)	
Presença de barreira apical calcificada	
Crescimento radicular	
Critérios Radiográfico – Plug Apical	
Localização (justa-apical; sobre ou sub estendido)	
Qualidade (comprimento e densidade)	
Critérios Radiográficos – Restauração (FDI)	
Adaptação da restauração (score 1, 2, 3, 4 ou 5)	

## Descrição dos Casos Clínicos

Tabela IV - Registo da situação clínica inicial

	C.C. 1	C.C. 2	C.C. 3	C.C. 4	C.C. 5
Idade (Índice do Tratamento)	12	14	11	15	13
Causa da Necrose	Traumatismo	Traumatismo	Traumatismo	Traumatismo	Traumatismo
Tipo de traumatismo	Fratura coronária total	Fratura coronária	Fratura coronoradicular	Fratura Coronária	Fratura coronária
Dente (s)	21	11	11 e 21	11	11 e 21
Estadio de Nolla	8	9	9 e 9	8	8 e 9
Sinais e sintomas pré-op.	Edema periapical	Assintomático	Dor espontânea	Ausentes	Edema periapical e dor espontânea
Testes de sensibilidade térmicos e percussão	Térmico - Negativo Percussão - positivo	Térmico - Negativo Percussão - Negativo	Térmico - Negativo Percussão - positivo	Térmico - Negativo Percussão - Negativo	Térmico - Negativo Percussão - Positivo
Diagnóstico (Pulpar e periapical)	Necrose com periodontite apical crónica	Necrose com periodontite apical crónica	Necrose pulpar com periodontite apical aguda	Necrose pulpar com periodontite apical crónica	Necrose com periodontite apical crónica

C.C. (Caso Clínico)

Tabela V - Registo das técnicas e materiais utilizados no Tratamento de Apexificação

	C.C. 1	C.C. 2	C.C. 3	C.C. 4	C.C. 5
Material da apexificação	BTC	ProRoot® MTA	11 e 21 - ProRoot® MTA	ProRoot® MTA	11- ProRoot® MTA <sup>TM</sup> 21 - Biodentine <sup>TM</sup>
Nº de Sessões	2	2	2	2	2
Tempo entre cada sessão	2 semanas	2 semanas	2 semanas	3 semanas	2 semanas
Diâmetro apical (ISO)	90	80	70	70	80
T. de irrigação	NaOCl 1% + soro fisiológico	NaOCl 1%	NaOCl 2,5%	NaOCl 2,5%	NaOCl (2,5%) + EDTA 17%
Técnica de Instrumentação	Técnica circunferencial (passiva)	Retratamento	Técnica circunferencial (passiva)	Técnica circunferencial (passiva)	Técnica circunferencial (passiva)
Medicação Intracanal (material e tempo)	Pasta Ca(OH) <sub>2</sub> (2semanas)	Pasta Ca(OH) <sub>2</sub> (2 semanas)	Pasta Ca(OH) <sub>2</sub> (2 semanas)	Pasta Ca(OH) <sub>2</sub> (3 semanas)	Pasta Ca(OH) <sub>2</sub> (2 semanas)
Plug (mm)	3mm	6mm	5mm (11 e 21)	3,5mm	4mm
Trans. do material do Plug	Espátula Metálica	MAP system-PD®	MTA gun system	MTA gun system	Espátula Metálica
T. de colocação do Plug	Compactação manual com cones de papel	Buchanam hand pluggers– SybronEndo®	Buchanam hand pluggers– SybronEndo®	Buchanam hand pluggers– SybronEndo®	Compactação manual com cones de papel
Posição do Plug (OdmT)	Justa	Justa	Justa	Justa	Justa

C.C.(Caso Clínico); T. (Técnica); Trans. (Transportador)

Tabela VI - Registo das técnicas e materiais utilizados nos procedimentos restauradores

Restauração definitiva (tempo decorrido)	1 mês	4 meses	2 semanas	3 meses	2 semanas
Restauração (tipo)	Coroa indireta com R.I.	Restauração direta com R.I.	Restauração directa com R.I.	Restauração direta	Restauração direta
Obturação canal	-	-	-	Sistema ParaCore®	Resina fluida
Material Restaurador (Coronário)	Resina composta	IPS Empress Direct-Ivoclar Vivadent: Enamel A2, Dentin A1 e Trans Opal	Resina composta	Resina Composta	Resina composta
Espigão	Fibra de vidro	Fibra de vidro	Fibra de vidro	-	-

Cimentação do Espigão	Cimento Calibra® - Dentsply Sirona	Resina – Rebilda® DC - Voco	Cimento de resina de dupla polimerização	-	-
-----------------------	------------------------------------	-----------------------------	--	---	---

*R.I. (Retentor Intracanal)*

## Resultados

### Caso Clínico 1



Figura 1 - a) Fotografia pré-operatória do dente 21, em 1996. b) Fotografia do pós-operatório imediato do dente 21 em 1996; c) Fotografia aos 22 anos de controlo do dente 21, em 2018, editada em escalas de cinza para avaliação da cor, sendo um A2, por comparação com a escala Vita® Classic. – Caso Clínico 1

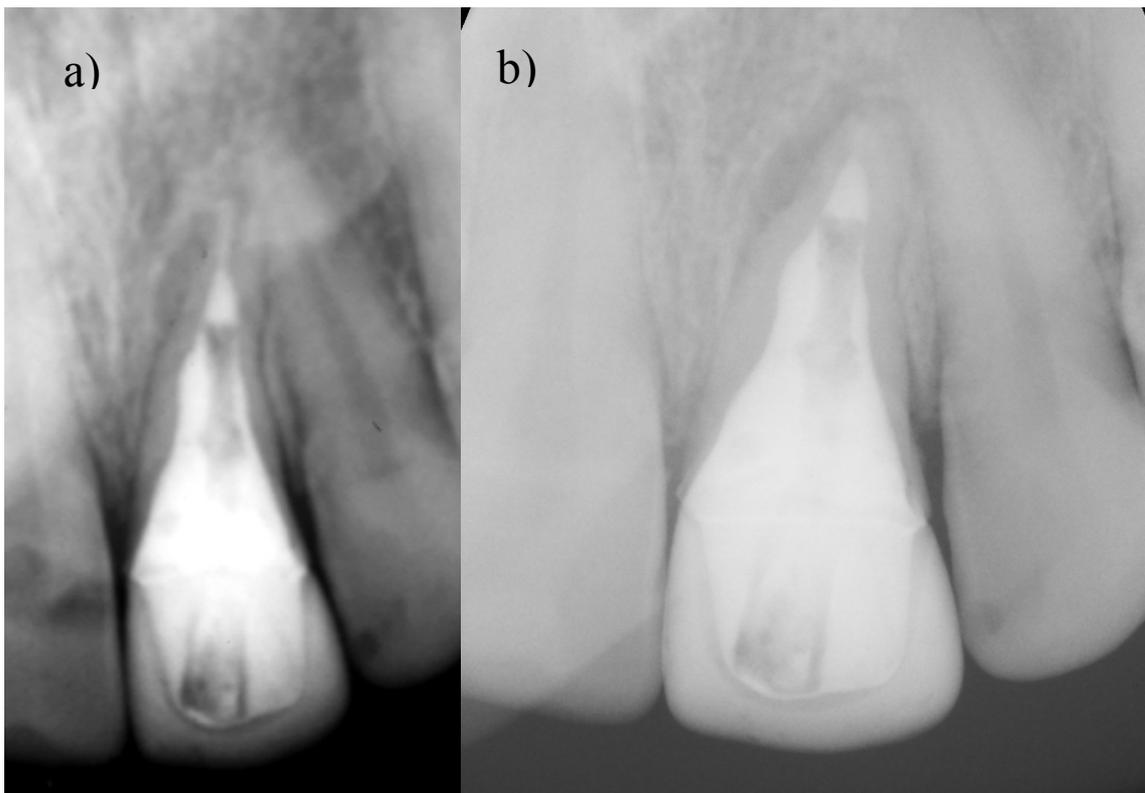


Figura 2 - (a) Radiografia periapical Pós-operatória imediata do dente 21, em 1996 (b) Radiografia periapical do dente 21, aos 22 anos de controlo, em 2018. – Caso Clínico 1

## Caso Clínico 2



Figura 4 - a) Fotografia pré-operatória do dente 11, em 2011. b) Fotografia do pós-operatório imediato do dente 11, em 2011. c) Fotografia aos 8 anos de controle, em 2018, editada em escalas de cinza para avaliação da cor, sendo um D2, por comparação com a escala Vita® Classic, ordenada por valor, da direita para a esquerda, A1-B2-D2 - Caso Clínico 2

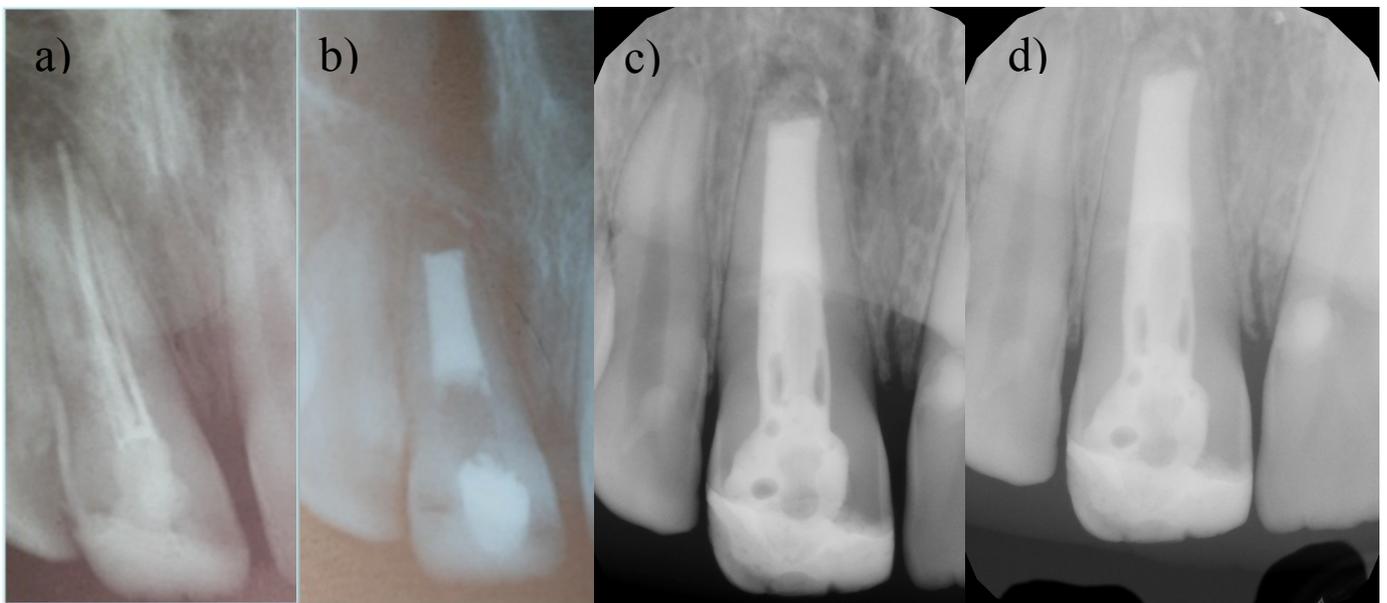


Figura 3 - a) Radiografia periapical pré-operatória do dente 11, em 2011. b) Radiografia periapical do pós-operatório imediato do dente 11, em 2011; c) Radiografia aos 3 anos de controle do dente 11, em 2014. d) Radiografia periapical aos 7 anos de controle do dente 11, em 2018 - Caso Clínico 2

### Caso Clínico 3



*Figura 5 - Fotografia pré-operatória do dente 11 e 21, em 2007 – Caso Clínico 3*



*Figura 6 - Fotografia do pós-operatório imediato do dente 11 e 21, em 2007 – Caso Clínico 3*



*Figura 7 - Fotografia aos 11 anos de controlo, em 2018, editada em escalas de cinza para avaliação da cor, sendo um B1 no dente 11 e A1 no dente 21, por comparação com a escala Vita® Classic, ordenada por valor, da direita para a esquerda, B1-A1-B2 – Caso Clínico 3*

### Caso Clínico 3

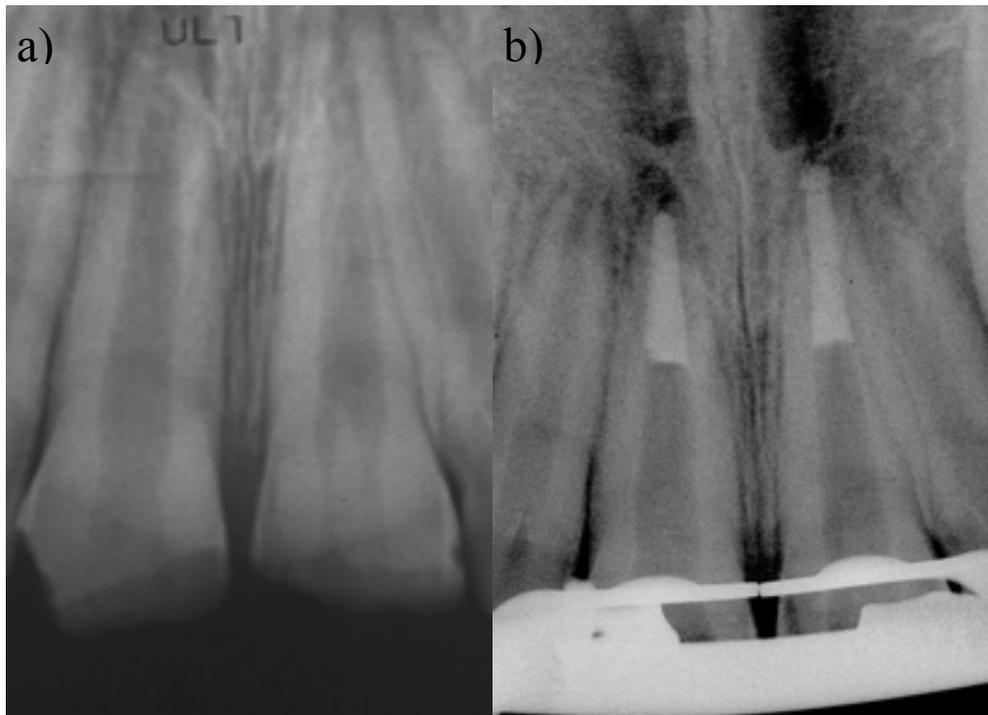


Figura 8 - a) Radiografia periapical pré-operatória do dente 11 e 21, em 2007. b) Radiografia periapical do pós-operatório imediato do dente 11 e 21, em 2007 – Caso Clínico 3

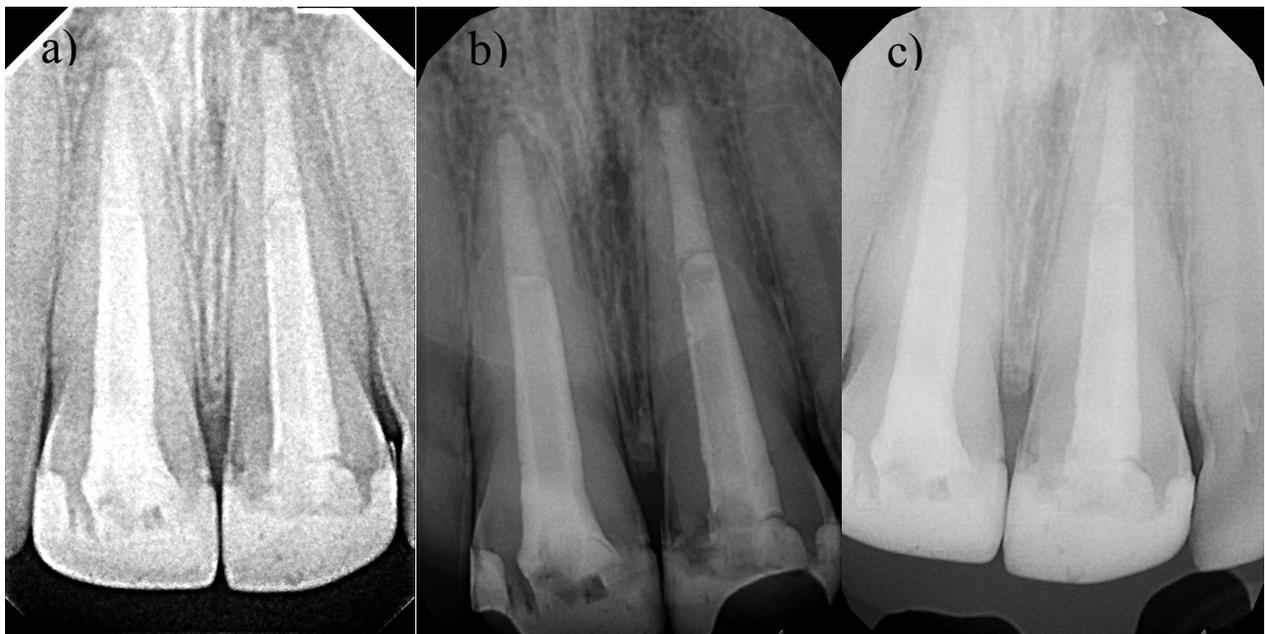


Figura 9 - a) Radiografia periapical aos 7 anos de controlo do dente 11 e 21, em 2014. b) Radiografia periapical aos 10 anos de controlo do dente 11 e 21, em 2017. c) Radiografia periapical aos 11 anos de controlo do dente 11 e 21, em 2018 – Caso Clínico 3

## Caso Clínico 4



Figura 10 - Fotografia pré-operatória do dente 11, em 2002. b) Fotografia do pós-operatório imediato do dente 11, em 2002. c) Fotografia aos 16 anos de controle, em 2018, editada em escalas de cinza para avaliação da cor, sendo um A1, por comparação com a escala Vita® Classic, ordenada por valor, da esquerda para a direita, B1.A1.B2 – Caso Clínico 4

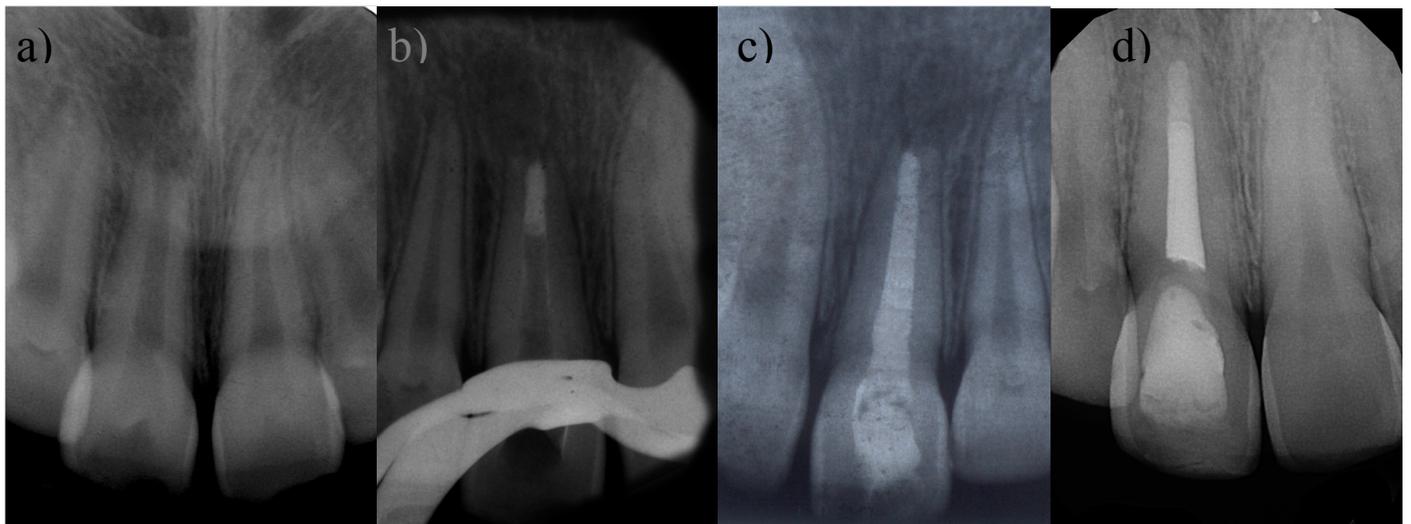


Figura 11 - a) Radiografia periapical pré-operatória do dente 11, em 2002. b) Radiografia periapical de confirmação da colocação do plug de MTA do dente 11, em 2002. c) Radiografia periapical do pós-operatório imediato do dente 11, em 2002. d) Radiografia periapical aos 16 anos de controle do dente 11, em 2018 – Caso Clínico 4

## Caso Clínico 5

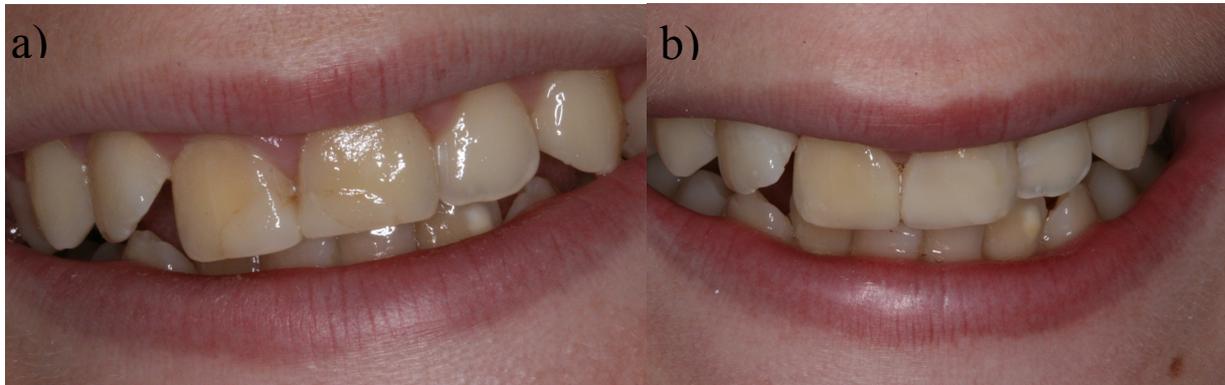


Figura 12 - a) Fotografia pré-operatória do dente 11 e 21, em 2013; dentes com tratamento de apexificação prévio com Hidróxido de Cálcio durante dois anos. b) Fotografia do pós-operatório imediato, em 2013, dos dentes 11 e 21. - Caso Clínico 5



Figura 13 - a) Fotografia aos 2 anos de controlo com técnica de extrusão ortodôntica no dente 11, em 2015; O referido dente apresentou fratura da raiz após dois anos do tratamento de apexificação com MTA. b) Fotografia do dente 11 com restauração provisória e dente 21 aos 2 anos de controlo, em 2015. - Caso Clínico 5



Figura 14 - Fotografia aos 5 anos de controlo de controlo do dente 21, em 2018, editada em escalas de cinza para avaliação da cor, sendo um A3,5, por comparação com a escala Vita® Classic, ordenada por valor, da esquerda para a direita, B3-A3,5-B4 - Caso Clínico 5

## Caso Clínico 5

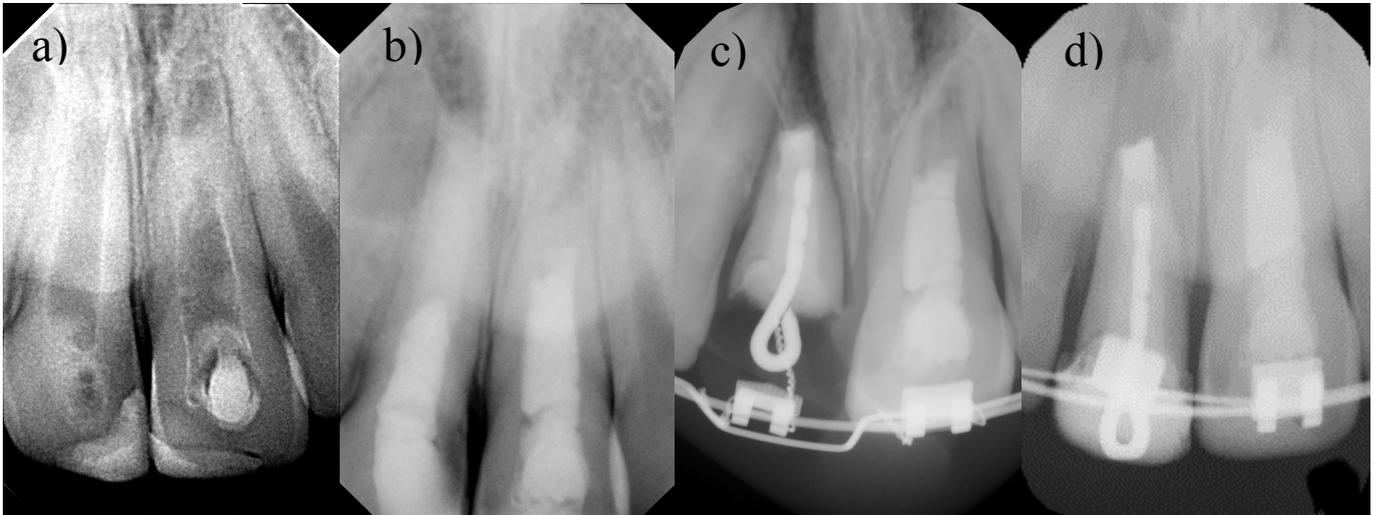


Figura 15 - a) Radiografia periapical pré-operatória dos dentes 11 e 21, em 2013. b) Radiografia periapical do pós-operatório imediato dos dentes 11 e 21, em 2013. c) Radiografia periapical de controlo do dente 21 e controlo da colocação de um pino metálico para provocar extrusão ortodôntica, em 2015. d) Radiografia periapical de controlo do tratamento ortodôntico do 11 e controlo do 21, em 2016. – Caso Clínico 5

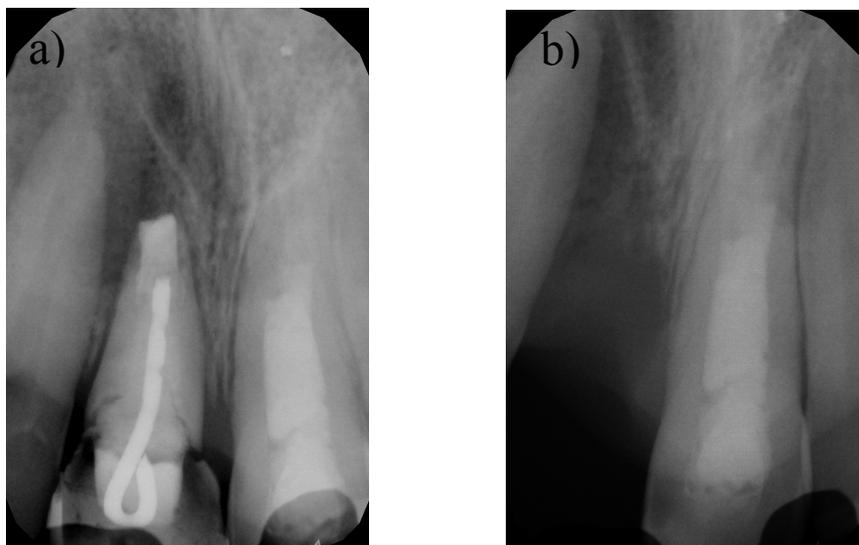


Figura 16 - a) Radiografia periapical do dente 11, em 2018, com observação de lesão periapical e linhas de fratura no terço cervical da raiz. b) Radiografia periapical de controlo aos 5 anos do dente 21, em 2018 - Caso Clínico 5

Tabela VII - Condições Iniciais e Atuais (Consulta de controle)

		C.C. 1	C.C. 2	C.C. 3	C.C. 4	C.C. 5
Dentes		21	11	11 e 21	11	11 e 21
Causa da Necrose		Traumatismo	Traumatismo	Traumatismo	Traumatismo	Traumatismo
Estadio de Nolla		8	8	9	8	8 e 9
Tempo de Controle (Follow-up)		22 anos	7 anos	11 anos	16 anos	5 anos
Sinais e sintomas	<b>Pré-op.</b>	Edema PA	A	Dor	A	Edema PA e dor
	<b>Consulta de controle</b>	A	A	A	A	A
Lesão PA (PAI)	<b>Pré-op.</b>	4	4	1 e 1	4	4 e 4
	<b>Consulta de controle</b>	3	3	1 (11) e 2 (21)	1	5 (11) e 2 (21)
Sinais Radiográficos (RR; LP)	<b>Pré-op.</b>	Esp. LP	Esp. LP	A	Esp. LP	Esp. LP
	<b>Consulta de controle</b>	Esp. LP	A	A	A	Esp. LP
Integridade da estrutura dentária (FDI)	<b>Pré-op.</b>	5	5	5	5	5
	<b>Consulta de controle</b>	1	3	1 e 1	1	1

C.C.(Caso Clínico); Esp. (Espessamento); LP (Ligamento Periodontal); RR (Reabsorção Radicular); Pré-op. (Pré-operatório); PA (Periapical); A (Ausentes)

Tabela VIII - Registo da reavaliação clínica e radiográfica

		C.C. 1	C.C. 2	C.C. 3	C.C. 4	C.C. 5		
Dentes		21	11	11	21	11	11	21
Cor do dente (VITA)		A2	D2	A1	B1	A1	NE	A 3,5
Material Plug Apical		BTC	MTA	MTA	MTA	MTA	MTA	Biod.
Critérios Clínicos (Restauração)	Fractura do material (FDI)	1	1	1	1	1	NE	1
	Adaptação marginal (FDI)	2	4	1	1	3	NE	1
	Qualidade da restauração (FDI)	3	4	1	3	2	NE	1
Avaliação Radiográfica (Raíz)	Barreira apical calcificada	P	P	P	P	P	NE	P
	Crescimento Radicular	P	P	A	A	P	NE	A
	Fracturas ou Reabsorções	A	A	A	A	A	NE	A
Avaliação Radiográfica (Restauração)	Adaptação da restauração (FDI)	2	1	2	3	2	NE	2

BTC (Beta Trifosfato de Cálcio); Biod. (Biodentine™); NE (Não Executado); P (Presente); A (Ausente)

## Discussão

Este tipo de estudo observacional visa avaliar o sucesso e o comportamento de determinados tratamentos numa série de casos ao longo de um período de tempo; paralelamente pretende identificar e correlacionar possíveis causas e fatores influenciadores do sucesso/insucesso das técnicas implementadas.

Nesta série de casos apresenta-se a avaliação clínica e radiográfica de dentes sujeitos ao tratamento de apexificação e restaurações corono-radiculares adesivas, com períodos de controlo de 5 a 22 anos, que culminaram na mesma situação patológica, dentes com necrose pulpar e ápice aberto.

Após uma revisão da literatura algumas ideias bem estabelecidas outras mais controversas foram encontradas.

O desafio clínico inerente a estes dentes está associado à sua morfologia imatura com a qual se apresentaram no momento da execução do tratamento: raiz com desenvolvimento incompleto, paredes dentinárias finas e ápice aberto.

Esta situação clínica torna estes dentes mais propensos à fratura. A dentina é um tecido com um baixo módulo de elasticidade em comparação com os tecidos que a circundam, comportando-se como um amortecedor das forças que são transmitidas ao dente; havendo menor espessura dentinária nas paredes canales, irá haver uma menor capacidade de dissipação das forças transmitidas e consequentemente fratura perante tensões inferiores ao limite de fratura de um dente maduro (14).

Para assim permitir a sobrevivência destes dentes várias abordagens terapêuticas endodônticas e restauradores têm sido descritas na literatura, a técnica da Apexificação, os procedimentos regenerativos endodônticos e vários procedimentos restauradores diretos ou indiretos com recurso a meios de retenção intracanal, sistemas de resinas, cerâmica e sistemas adesivos (11).

Os procedimentos regeneradores endodônticos, aparentemente, permitem o restabelecimento do complexo dentino-pulpar; consequentemente o contínuo desenvolvimento radicular, o espessamento das paredes dentinárias e encerramento do ápice permitindo contornar a maior suscetibilidade à fratura dos dentes imaturos (5, 20).

A escolha desta abordagem frente à técnica da apexificação baseia-se nas vantagens de permitir o reforço da estrutura dentária contornando as fraturas associadas aos dentes com tratamento de apexificação (5). No entanto a técnica de apexificação com recurso ao MTA tem sido avaliada em vários estudos clínicos observacionais nos quais apresentam boas taxas de sucesso e pouca incidência, ou mesmo nenhuma, de fraturas radiculares (6, 9, 11, 14, 32); particularmente num estudo de Ree e col. no qual houve a inclusão de 69 dentes observados, com controlos até 10 anos, sem nenhum insucesso associado a fraturas radiculares (11).

De facto, os tratamentos regeneradores endodônticos ainda não se apresentam como uma técnica previsível e com percentagens de sucesso diferentes das apresentadas com a técnica da apexificação (10, 17). Esta imprevisibilidade está associada ao ambiente ideal necessário para que a técnica seja eficaz sendo ele dependente de 3 fatores essenciais: presença de células estaminais da papila apical,

presença de um microambiente asséptico e a presença de uma matriz que sustente a proliferação e diferenciação celular (3, 4); contudo traduzindo-se clinicamente em percentagens de desenvolvimento radicular que variam dos 21% aos 100% (17) e promoção de espessamento das paredes dentinárias mais localizado ao terço médio e apical das raízes também não permite contornar a referida fratura cervical (11).

Sabendo que em dentes mais jovens há uma maior probabilidade de células estaminais viáveis, que em dentes com um desenvolvimento radicular mais imaturo e conseqüentemente ápice mais alargado (no mínimo 1mm) há uma maior facilidade de migração celular e suprimento sanguíneo e que em casos de traumatismo há uma maior probabilidade da existência de um ambiente asséptico, dentes que se apresentem nesta situação clínica são bons candidatos à aplicação desta técnica (12).

A apexificação com recurso ao hidróxido de cálcio, denominada a técnica de apexificação convencional, tem sido amplamente utilizada como termo de comparação frente à apexificação com o MTA em estudos clínicos observacionais (6, 22, 41, 44, 62), e avaliada em duas revisões sistemáticas a avaliar a mesma comparação (8, 19). Em resumo de toda esta evidência, a técnica convencional, apesar de não apresentar diferenças estatisticamente significativas em relação à taxa de sucesso frente à apexificação com o MTA (8, 19), apresenta como desvantagens o elevado número de sessões necessárias até haver a formação da barreira apical e o enfraquecimento da estrutura dentinária provocado pelo uso prolongado (superior a 30 dias) do hidróxido de cálcio (31), o que em conjunto, aumentam exponencialmente a suscetibilidade à fratura destes dentes (10). Assim, a técnica da apexificação com recurso ao MTA aparece como uma primeira opção frente à técnica convencional.

Numa revisão sistemática em que foram comparadas a técnica da apexificação (com recurso ao hidróxido de cálcio ou ao MTA) e os procedimentos endodônticos regenerativos, Nicoloso e col. observaram que a apexificação com recurso ao MTA parece ser a técnica que permite melhores taxas de sucesso clínico e radiográfico dos procedimentos endodônticos incluídos nesta revisão, para dentes necrosados e imaturos (10). E é neste contexto que se insere a maioria dos nossos casos clínicos apresentados.

De facto, a técnica de apexificação com recurso ao MTA tem sido bastante reportada na literatura com evidência das suas vantagens face ao Hidróxido de cálcio. Num estudo *in vitro* foi demonstrado que o uso do hidróxido de cálcio dentro do sistema canalar por um período de 100 dias levou a uma diminuição da resistência à fratura em comparação com o grupo de controlo de dentes obturados com MTA (31). Num estudo clínico observacional de Damle e col., comparando um grupo no qual dentes foram sujeitos à apexificação com MTA com um outro grupo onde foi executada a técnica convencional, houve uma taxa de sucesso para o grupo do MTA de 100% e para o grupo do hidróxido de cálcio de 93,3%, no qual o insucesso foi devido a uma reabsorção radicular interna (22). Bonte e col., fizeram a mesma comparação de grupos e observaram uma taxa de fraturas cervicais de 26% no grupo do hidróxido de cálcio e sem nenhuma ocorrência de fratura associada ao grupo do MTA, com um período de seguimento até um máximo de 1 ano (6). Pace e col., referem não haver grande correlação do uso de MTA e o aumento da fragilidade dentinária referindo ainda a possibilidade de um efeito contrário,

mas evidencia a correlação entre as raízes com um menor desenvolvimento e paredes dentinárias mais finas e a ocorrência de fraturas radiculares. Neste estudo um dos casos de insucesso deveu-se a uma fratura longitudinal radicular provavelmente mais decorrente da morfologia radicular apresentada por este dente, paredes dentinárias finas e uma raiz imatura, tal como o que foi descrito por Cvek (13, 14). Com a continuidade do uso do MTA, apesar das suas capacidades bioativas e de biocompatibilidade, foram observando algumas desvantagens a ele associadas, como a possível descoloração provocada, a dificuldade de manuseio e o tempo de presa; surgiu assim a necessidade de outros materiais para otimizar o sucesso da técnica da apexificação. Foram desenvolvidos outros materiais baseados na composição do MTA, substituindo certos componentes como o óxido de bismuto por óxido de zircônio, ou adicionando outros componentes como aceleradores do tempo de presa, bem como uma melhor fórmula de apresentação tornando assim a sua preparação e manuseio mais facilitados. São designados como outros cimentos de silicato de cálcio ou cimentos baseados no MTA. Destes destaca-se o Biodentine “substituto da dentina”, como um potencial candidato a tornar-se um material de eleição frente ao MTA na técnica da apexificação.

Este “substituto da dentina”, para além de ser melhor no que diz respeito às propriedades de manuseio, melhores propriedades mecânicas e tempo de presa mais curto (46), parece também levar a uma maior bioatividade que poderá estar associada à maior capacidade de trocas iónicas com os tecidos subjacentes (63), promovendo a indução de uma barreira apical mais consistente. Para além disso parece haver um melhor controlo de cada passo da sua formulação (12).

Na técnica da apexificação, para além dos vários materiais possíveis de serem utilizados, também o número de sessões necessárias para a sua execução tem sido avaliado. Para tentar minimizar o tempo durante o qual estes dentes estão sujeitos a forças funcionais e parafuncionais sem qualquer tratamento definitivo e restaurados apenas provisoriamente, tem sido preconizada a técnica da apexificação em uma ou duas sessões (1, 7, 9, 14, 18, 45, 49, 64-67). Dos estudos clínicos reportados na literatura parece não haver diferenças nas taxas de sucesso (1, 18, 64, 67, 68). Whitterspoon e col., no seu estudo realizaram a apexificação em uma ou duas sessões, optando por mais que uma sessão nos casos em que não era possível obter a secagem do canal. Dividindo a população num grupo no qual o tratamento foi realizado numa sessão e noutro grupo no qual o tratamento foi realizado em duas sessões, com um período de seguimento médio de 19,4 meses, a taxa de sucesso encontrada no grupo tratado em sessão única foi de 93,5% e no grupo de duas sessões foi de 90,5% (18).

Deste modo, a técnica da apexificação numa só sessão, sempre que seja exequível a sua realização, demonstra elevadas taxas de sucesso, comparáveis com a apexificação com MTA em duas ou mais sessões. Num estudo de Tronstad e col. referem a importância de uma boa restauração definitiva como garante de um bom tratamento endodóntico (69). Assim um tratamento restaurador definitivo num menor espaço de tempo, previne a fratura por diminuição da resistência à fratura destes dentes (64) e a possível recontaminação do sistema canal que assim poderia levar à não remissão da lesão periapical ou ao restabelecimento da mesma não permitindo o encerramento do ápice radicular que é o objetivo desta técnica (62).

Na nossa série de casos a técnica da apexificação foi realizada em duas sessões, sendo que entre cada uma das sessões houve a colocação de medicação intracanal com pasta de hidróxido de cálcio por um período de duas a 3 semanas.

A utilização de Hidróxido de cálcio previamente à técnica da apexificação não tem sido consensual entre diferentes autores por vários motivos. Segundo alguns autores o problema associado à colocação de hidróxido de cálcio é justificado pela dificuldade de se conseguir retirar por completo o material antes da colocação do *plug*, ficando remanescentes nos túbulos dentinários que irão condicionar o selamento conseguido com o material escolhido para a realização do mesmo (7, 21). Num estudo em animais observou-se que os casos onde não houve pré-tratamento com hidróxido de cálcio antes da colocação do MTA apresentaram uma barreira apical mais completa, avaliada histologicamente. E demonstraram ainda que houve maior quantidade de extrusão de MTA nos casos em que houve o pré-tratamento com medicação intracanal com hidróxido de cálcio (38, 70). Um outro estudo experimental demonstrou também que o pré-tratamento com hidróxido de cálcio pode afetar a capacidade de selamento do white MTA (36). Por outro lado, os estudos clínicos observacionais com recurso à técnica da apexificação numa só sessão e sem utilização de medicação intracanal têm demonstrado boas taxas de sucesso (1, 18, 45).

Contraopondo, outros autores defendem o uso de medicação intracanal com pasta de hidróxido de cálcio entre sessões por um curto período de tempo, entre 1 a 3 semanas; dessa forma não irá causar alterações estruturais na dentina e permite ainda assim uma correta antissepsia do sistema canal, uma vez que é difícil conseguir uma eficiente irrigação e instrumentação devido às características destes dentes (5, 12, 66, 71), e pode ainda permitir obter uma melhor cicatrização periapical (7). Bonte e col., utilizaram medicação intracanal com hidróxido de cálcio previamente à colocação do *plug* de MTA e observaram a remissão dos sinais de patologia periodontal (dor e sensibilidade à percussão) ao fim de 3 meses em 100% dos casos sujeitos a *plug* com MTA; por conseguinte, estes autores consideram que o uso da medicação intracanal se traduz numa clara vantagem para os pacientes (6). Também Holden e col. utilizaram um protocolo de medicação intracanal com hidróxido de cálcio durante uma semana, no qual observaram uma percentagem de cicatrização periapical e remissão dos sinais e sintomas em 85% dos casos. De facto, utilizando o hidróxido de cálcio estrategicamente como medicação intracanal consegue-se aproveitar as boas propriedades que este material apresenta como antibacteriano, que por um período de uma semana permite reduzir efetivamente a flora canal bem como dissolver o tecido necrótico (72).

Assim, pode-se concluir que a utilização da medicação intracanal não é uma regra mas deve ser utilizada nos casos que dela retirem vantagem, como naqueles em que o processo infeccioso está ativo. É consensual que a instrumentação destes dentes deve ser extremamente cuidadosa e não vigorosa (14, 16, 29). No estudo de Pace e col. apenas houve o desbridamento acompanhado de irrigação para não desgastar em excesso o remanescente dentinário das paredes canales (14). Yassen e col. referiram a realização de uma instrumentação não repetitiva como um fator coadjuvante na formação da barreira apical (29). Em concordância com os estudos apresentados, nos sete casos apresentados

também a instrumentação foi realizada de forma passiva e limitada, utilizando uma técnica circunferencial, quase de passagem única em cada parede canal.

Como já foi referido anteriormente a desinfeção do sistema canalar destes dentes é bastante difícil e crucial para o sucesso do tratamento, assim a técnica de irrigação escolhida é fundamental (14, 16). Nestes casos apresentados a técnica utilizada foi com recurso exclusivamente a hipoclorito de sódio a 2,5% em 5 dos casos; um outro caso no qual houve a irrigação com hipoclorito de sódio a 1%, um outro no qual houve a irrigação com hipoclorito de sódio a 1% intercalada com soro fisiológico, tendo sido este caso realizado em 1996, e num outro caso para além do hipoclorito de sódio a 2,5% utilizou-se também irrigação com EDTA a 17%, seguindo as recomendações mais recentes para conseguir eliminar a “smear layer”, ter uma acção mais eficaz sobre o biofilme eventualmente presente na parede canal e permitir a libertação de factores de crescimento intrínsecos da dentina para o meio, de modo a promover a formação de tecidos duros periapicais (73).

Apesar de ser fundamental o uso de irrigantes que permitam uma boa desinfeção, é importante salientar os possíveis efeitos que estes têm sobre a estrutura dentária remanescente. O hipoclorito de sódio como solvente orgânico que é, causa a desnaturação do colagénio dentinário; o EDTA, sendo um agente quelante do cálcio, altera a composição inorgânica da dentina provocando assim uma redução na sua micro-dureza, quando avaliada *in vitro*. Por outro lado, a clorohexidina parece não afectar a estrutura dentária e, dada a sua capacidade de inibir as metaloproteínases responsáveis pela degradação do colagénio, confere uma protecção adicional contra a degradação da zona híbrida (53, 54, 57).

Para além disso, vários estudos têm demonstrado que existem possíveis interações prejudiciais entre os irrigantes e os materiais utilizados para a técnica da apexificação. A clorohexidina parece afetar a micro-dureza do MTA (20). No estudo de Moore e col., no qual utilizaram como irrigante a clorohexidina 0,2% (digluconato de clorohexidina), num dos casos houve a necessidade de substituição do *plug* colocado devido à sua inconsistência por falha na reacção de presa do material, tendo os autores correlacionado esse facto com a permanência de restos de clorohexidina dentro do canal (9). Outros irrigantes como o ácido tartárico a 20%, o ácido clorídrico a 37% e o ácido cítrico a 10% podem também reduzir a micro-dureza do MTA. Por outro lado, irrigantes como ácido carbónico a 2%, o hipoclorito de sódio a 5,25%, o ácido cítrico a 10% e o ácido tartárico a 20% devem ser usados por um período inferior a 10 minutos evitando possíveis alterações nas propriedades mecânicas dos tecidos dentários com os quais estão em contacto (20).

Assim, para ao máximo a eficácia do uso dos irrigantes há autores que sugerem a utilização de sistemas ultrassónicos para a agitação destas soluções e assim proporcionar uma antissépsia mais eficiente (71).

À semelhança de estudos anteriores, observacionais e de séries de casos (7, 21-24, 27-29, 41, 71), estes 7 casos apresentados incluem dentes incisivos permanentes com ápice aberto decorrente de necrose por traumatismo dentário e com um período de seguimento entre 5 e os 22 anos.

Para melhor enquadrar os casos e associar possíveis causas ao estado atual foi realizada uma recolha das condições iniciais, nas quais estes dentes se apresentavam. Mente e col., no seu estudo retrospectivo dividido em duas fases, uma primeira fase em 2009 e uma segunda fase em 2013, com um seguimento entre 1 a 10 anos, observaram 4 fatores de prognóstico que podem condicionar o sucesso do tratamento de apexificação com MTA (32). Estes fatores são a presença de periodontite apical pré-operatória, a experiência dos clínicos/operadores, o número de sessões no qual decorreu o tratamento da apexificação e a extrusão apical de MTA, sendo os dois primeiros os mais relevantes para o insucesso do tratamento (32). Dos sete casos apresentados, 5 apresentavam lesão apical pré-operatória, a maioria foram executados em duas sessões por clínicos com formação pós-graduada em endodontia e houve apenas um caso onde houve extrusão do material para os tecidos periapicais; por conseguinte, a maioria reúne algumas das condições per-operatórias que o estudo referido anteriormente identifica como favoráveis a que se alcance um bom prognóstico do tratamento, confirmado com os resultados observados nesta série de casos.

A existência de lesão periapical prévia ao tratamento foi associada com um aumento do risco de doença pós-tratamento. Mente e col. encontraram um risco superior em quatro vezes entre dentes com lesão periapical prévia e sem lesão periapical, com taxas de sucesso de 85% e 96%, respetivamente (32).

A relação entre a extrusão do MTA e um pior prognóstico do tratamento poderá estar correlacionado com as alterações físico-químicas sofridas pelo material ao tomar presa num ambiente ácido, de como é exemplo o ambiente patológico periapical, modificando a sua composição de superfície (34, 74) e assim levar a alterações das suas propriedades.

Apesar deste fator ter tido um impacto negativo no prognóstico do estudo de Mente e col., o relevo que a extrusão do material poderá ter no sucesso do tratamento ainda se mantém como um tópico controverso, dado que alguns estudos sugerem que não condiciona um problema clínico, pois pode ocorrer a sua reabsorção (75).

Numa série de três casos descrita por Chang e col., apesar de ter ocorrido extrusão do MTA em todos os dentes observou-se a funcionalidade e remissão dos sinais e sintomas, com um período de seguimento de 36 a 54 meses (66). Estes autores encontram fundamento para estes resultados no facto dos estudos *in vitro* e em modelos animais demonstrarem a excelente biocompatibilidade e bioatividade do material. No único caso do nosso estudo no qual houve extrusão do material, à semelhança do estudo referido anteriormente, não houve impacto negativo no resultado do tratamento, tendo se observado, nos controlos radiográficos, a reabsorção do material extruído e ainda formação da barreira apical. Eventualmente, a ausência de lesão periapical quando do tratamento, poderá ter sido coadjuvante para a ausência do efeito deste fator de prognóstico referido por Mente e col. (32)

Também na primeira fase do estudo de Mente e col., nos casos em que houve extrusão do material não se observou influência dos resultados do tratamento (68). No entanto, o mesmo já não se observou com um período mais longo de seguimento levando-o a considerar como um fator de prognóstico (32). Em vários estudos clínicos nos quais, em alguns casos, houve extrusão do MTA para os tecidos periapicais, observou-se a presença de sintomatologia dolorosa e sensibilidade/dor à percussão até 3

meses após o tratamento (41, 43). Num outro estudo clínico houve a remissão dessa sintomatologia após 6 meses, no entanto, não se observou a formação da barreira apical mesmo após 1 ano de controlo, que poderá estar relacionada com a extrusão do material (22).

Assim, pode se deduzir que a extrusão do material poderá causar alguma irritabilidade dos tecidos periapicais. Apesar de vários estudos *in vitro* e *in vivo* demonstrarem boas propriedades bioativas do material em contacto direto com os tecidos e de num estudo clínico com 3 casos nos quais houve extrusão ter ocorrido sucesso (66).

De forma semelhante, a localização do *plug* apical poderá condicionar o tratamento. Esta localização pode ser interpretada como ao nível, aquém ou além do comprimento de trabalho. Correlacionando com o que foi descrito anteriormente, a mais prejudicial parece ser quando o *plug* apical fica além do comprimento de trabalho estando a sua capacidade de retenção e selamento condicionadas pelo ambiente acídico periapical proporcionado pelo estado inflamatório decorrente da necrose pulpar (74). Não existindo uma boa adaptação do *plug* apical, há uma maior probabilidade de microinfiltração bacteriana e de fluidos tecidulares que podem levar ao culminar do insucesso do tratamento.

Assim, a colocação do *plug* de MTA dentro do sistema canalar deve ser o preconizado uma vez que a sua extrusão ou colocação para além do limite idealizado pode reduzir a probabilidade de sucesso do tratamento

Por outro lado, a colocação do *Plug* de MTA para além do limite da odontometria de trabalho pode levar à destruição das células da papila apical e da bainha epitelial de Hertwing (44), impossibilitando o contínuo crescimento radicular e da formação da barreira apical calcificada (22, 41).

Esta localização do *plug* apical tem sido associada ao tipo de conformação de ápice aberto presente. Assim, parece que em ápices convergentes ou paralelos há uma maior probabilidade do *plug* estar colocado na posição ideal e que em ápices divergentes há uma maior probabilidade do *plug* apical estar além do limite ideal (9, 20, 32). Para ultrapassar essa dificuldade, foi sugerida a colocação de matrizes apicais, matriz de sulfato de cálcio ou matriz de PRF (matriz de fibrina rica em plaquetas), previamente à colocação do *plug* apical, para assim evitar a extrusão do material e também a sua posição para além dos limites ideais (9, 12, 20, 66).

Desta forma, apesar de haver estudos que demonstrem sucesso mesmo tendo havido extrusão de MTA, há outros que associam uma menor taxa de sucesso radiográfico a dentes onde os *plug's* apicais estão localizados em zonas que não as ideais (9). Parece pertinente assumir que o ideal é avaliar a morfologia do ápice aberto, programar bem a técnica a implementar para assim evitar situações inesperadas como a extrusão do material ou colocação do *plug* para além do ideal e que podem condicionar o sucesso do tratamento.

Vários estudos associam a espessura e método de colocação do *Plug Apical* como fundamentais na capacidade de selamento do material. A espessura geralmente recomendada são 3 a 5 mm de *plug* apical para um correto selamento (7, 22, 68). Quanto ao método de colocação do *plug*, não existe concordância entre os autores. Uns referem uma melhor adaptação do material com o auxílio de ultrassons (11, 34, 36, 44), outros referem uma melhor adaptação com a colocação e compactação

“manual” (7) enquanto que outros referem resultados semelhantes entre ambas as técnicas de colocação (64).

No entanto, parece ser vantajoso o uso de microscópio para uma melhor colocação do material para o *plug*, evitando o contacto com as paredes que, mais tarde, poderá aumentar a probabilidade de coloração do dente (7).

Nos casos apresentados houve a colocação de *plug*'s apicais de 3,5 a 4mm com a técnica de compactação manual com recurso a cones de papel em três casos e compactadores verticais (Buchanam hand pluggers–SybronEndo®) em quatro outros casos.

Neste estudo incluíram-se casos com a técnica da apexificação e reabilitados com restaurações corono-radiculares adesivas. Esta conjugação de técnicas demonstrou ser uma boa simbiose de tratamentos, num estudo de Ree e col., com uma percentagem de 96% de dentes assintomáticos e em função após um seguimento médio de 8,29 anos (11).

O objetivo primordial desta terapêutica conjunta é a de proporcionar a sobrevivência destes dentes a longo prazo sem sintomatologia. Deste modo para aferir o sucesso destes dentes ambas as técnicas têm que ser avaliadas.

#### **Avaliação do sucesso do tratamento de apexificação**

A avaliação do sucesso do tratamento da apexificação dos casos incluídos dividiu-se em sucesso radiográfico e sucesso clínico.

Clinicamente, quase todos os casos observados apresentavam-se assintomáticos e sem sinais patológicos referentes à técnica de apexificação utilizada.

Apesar de todos terem sido sujeitos à mesma técnica, o material utilizado para a executar foi o ProRoot® MTA, à exceção de dois casos; num caso utilizou-se o Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) e noutro, tratado em 1996, utilizou-se o beta trifosfato de cálcio. Este biomaterial era utilizado como material de regeneração óssea em cirurgias apicais sendo considerado um material osteocondutivo e de reabsorção rápida (76). Associando à época a evidência disponível relativa aos materiais utilizados para a técnica da apexificação, entre o hidróxido de cálcio e o material escolhido as taxas de sucesso e o tempo decorrido até à formação da barreira apical descritas na literatura eram semelhantes (77); no entanto, dada a capacidade osteocondutiva do beta-trifosfato de cálcio, e a possibilidade de realizar a técnica da apexificação numa só sessão com sucesso, tornou-o vantajoso face ao uso do material mais utilizado na época (78).

Um dos doentes incluídos apresentava o dente 11 com a técnica de apexificação com ProRoot® MTA e o dente 21 com Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France), tendo um período de seguimento de 5 anos. Na consulta de controlo, o dente 11, após toda a história clínica desde o momento em que ocorreu o traumatismo, apresentava-se com sinais e sintomas de lesão periapical tendo-se confirmado radiograficamente uma lesão com um PAI de 5. Este dente apresentava um comprimento da raiz inferior em comparação com o dente 21, deduzindo-se que houve menos desenvolvimento radicular associado (Estádio 8 segundo *Nolla*). Para além disso, antes de ter sido por

nós tratado, foi submetido a um período de 2 anos durante o qual o dente esteve sob tratamento com hidróxido de cálcio, o que distingue este caso dos restantes apresentados nesta série, que foram tratados em 2 sessões. Esta situação particular pode ter suscitado um aumento da fragilidade estrutural da dentina destes dentes. Assim pode-se inferir, com base na literatura existente, que a fratura pode ter decorrido da maior suscetibilidade que o dente apresentava devido ao longo tratamento com hidróxido de cálcio e ao estágio imaturo de desenvolvimento radicular. Correlacionando com o estudo de *Cvek* este dente estaria enquadrado no grupo com um desenvolvimento radicular a 2/3 do desenvolvimento total para o qual foram registados 43% de fraturas radiculares (13). Deste modo, dado o estado patológico e a fratura radicular do dente 11 este foi indicado para extração. Contudo, consideramos que a manutenção deste dente funcional durante o período de 5 anos se revelou de grande importância clínica para este doente, pois possibilitou a sua chegada à idade adulta (18 anos), abrindo agora possibilidade a tratamentos de reabilitação oral com melhor prognóstico estético e funcional.

Radiograficamente a avaliação, incluiu a classificação do estado periapical segundo o Periapical Índex (PAI) (Orstavik) e a observação de fraturas ou reabsorções radiculares. O PAI tem sido o sistema comumente utilizado nos vários estudos clínicos observacionais (1, 14, 18, 32, 68, 79) devido à sua reprodutibilidade e validade (14, 32, 79). Inclui cinco categorias de avaliação sendo o PAI1 (Estrutura periapical normal), PAI2 (Pequenas alterações na estrutura óssea, sem perda mineral), PAI3 (Alteração da estrutura óssea com alguma perda mineral), PAI4 (Periodontite Apical com área radiotransparente bem definida) e PAI5 (Periodontite Grave com lesão extensa e exacerbada) (79). Definimos assim o sucesso radiográfico como a existência de um PAI inferior ou igual a 2 e sem a presença de fraturas corono-radiculares ou reabsorções radiculares.

No entanto, aquando a avaliação de dentes imaturos a sua aplicação deve ser realizada com uma outra sensibilidade observacional. Histologicamente, a área periapical destes dentes ainda não formados é diferente da dos dentes completamente formados, devido ao processo de formação contínua que está a decorrer com diferenciação celular e reorganização do osso (1). Todo este processo radiograficamente traduz-se num score 1 ou 2 do sistema de classificação definido por Orstavik e col. Uma vez que na nossa série de casos a aplicação deste sistema de avaliação foi para consultas de controlo esta limitação não se aplica. Para além disso, Orstavik e col. sugerem um período de no mínimo 1 ano para a avaliação da resolução da patologia periapical no qual todos os casos apresentados se incluem (80). Apesar disso, longos períodos de seguimento podem ser necessários para se avaliar a estabilidade dos resultados do tratamento (32).

Definimos assim o sucesso radiográfico como a existência de um PAI inferior ou igual a 2 e sem a presença de fraturas corono-radiculares ou reabsorções radiculares.

Após a avaliação radiográfica realizada por um observador cego escolhido para o nosso estudo, foi observada a presença de lesão periapical em três dos casos, embora apenas se tenha observado a presença de fratura radicular no caso já referido. Em todos eles tinha sido observada a presença de lesão periapical pré-operatória com um PAI superior ou igual.

Um outro fator observado e registrado foi a presença da barreira apical calcificada. No entanto, no nosso estudo, não foi um fator considerado para a definição do sucesso. Num estudo de Moore e col. observou-se uma taxa de sucesso absoluto de 92% enquanto que a presença da barreira apical calcificada apenas foi observada em 64% dos casos (9). Assim, a presença radiográfica da barreira apical calcificada não se apresenta como um pré-requisito para o sucesso sendo considerada apenas um dos múltiplos fatores a considerar nas consultas de avaliação destes casos (9).

Associado a estes dentes pode ainda haver contínuo crescimento radicular, estando este dependente da viabilidade da bainha epitelial de *Hertwig* e das células da papila apical (9, 45). No nosso estudo comparando as radiografias pré-operatórias com as radiografias realizadas nas consultas de controle verificou-se contínuo crescimento radicular três dos casos.

Apesar da observação de lesão periapical associada a alguns casos, em todos eles foi observada a presença radiográfica da barreira apical calcificada. No entanto a imagem radiográfica, permitindo-nos apenas uma visualização a duas dimensões, não nos traduz totalmente a realidade da situação tridimensional. Assim, mesmo que na radiografia pareça existir uma barreira calcificada apical esta pode não estar íntegra e a encerrar o ápice na sua plenitude (43). Não estando completa, não irá promover um selamento apical ideal podendo aumentar a probabilidade de persistência ou recidiva da patologia periapical (12, 81); Por outro lado, sendo a instrumentação e desinfecção destes dentes extremamente difícil, pode-se admitir a existência de restos necróticos em certas zonas periapicais. A associação destes dois fatores, uma barreira calcificada apical incompleta e possíveis restos necróticos na zona periapical destes dentes, possivelmente explicam a persistência de lesão periapical em alguns dos dentes avaliados no nosso estudo.

O material utilizado na nossa série de casos para a realização da técnica da apexificação foi, na maioria dos casos, o ProRoot® MTA. Embora um deles considerado o único insucesso, tanto clínico como radiográfico, do presente estudo, todos os outros foram considerados como sucesso clínico, estando os dentes assintomáticos e em função. Apenas em um dos casos incluídos foi utilizado o Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France); apesar da pouca evidência do seu desempenho na técnica da apexificação, o presente caso, com seguimento de 5 anos, apresenta-se com sucesso clínico e radiográfico, registando-se apenas a desvantagem da baixa radiopacidade que pode dificultar a avaliação pós-operatória da qualidade do *plug* alcançado. Num outro caso no qual o material utilizado foi o beta-trifosfato de cálcio, foi observado sucesso clínico embora radiograficamente tenha-se observado um PAI de 4, tendo por isso sido considerado insucesso radiográfico.

### **Avaliação do sucesso do tratamento restaurador**

Já frisámos a fragilidade inerente a estes dentes com o ápice aberto. Na nossa série de casos, em todos os dentes esta situação clínica decorreu de etiologia traumática prévia. Assim, em todos eles o processo de desenvolvimento radicular foi interrompido, apresentando-se como dentes imaturos. Nestes dentes imaturos para além do tratamento de apexificação ideal é também necessário a escolha de um tratamento restaurador que permita o reforço da sua estrutura e assim a sua sobrevivência e longevidade. Com esse objetivo tem sido sugerida a reabilitação destes dentes com restaurações

corono-radiculares com materiais que mimetizem ao máximo a estrutura dentária natural e que estejam aderidos ao remanescente dentinário (77, 82, 83); dessa forma diminui-se a existência de micro-fendas que são locais predisponentes à infiltração e também de acumulação de tensões sendo “fontes” e “pontos” de início de fratura.

Em alguns estudos têm sido avaliados vários materiais como obturadores canais de dentes imaturos, desde resina fluida, resina para dentes posteriores, MTA, guta-percha e sistemas de retentores intracanales. Desai e col., refere que aderindo resina composta, não só à cavidade de acesso, mas também estendendo-se para o canal radicular resulta numa melhor resistência à fratura comparando com a obturação canal com guta-percha ou com a colocação de um espigão metálico dentro do canal (54). Num estudo *in vitro* de Schmoltdt e col., observou-se que os espigões de fibra de vidro em conjunto com resina composta podem reduzir a probabilidade de fratura destes dentes, estando de acordo com Brito-Júnior e col. os quais verificaram que dentes obturados com resina composta apresentavam a mesma resistência à fratura que dentes obturados com guta-percha (51, 82). No entanto, nos casos obturados com guta-percha observou-se uma pior distribuição de forças, tendo-se concentrado mais ao nível do terço médio e cervical (82) onde é observada a maior incidência de fraturas a nível cervical destes dentes imaturos (13). Já, Karapinar-Kazandag e col., avaliaram a resistência à fratura de dentes obturados com MTA, com resina fluída, com resina para posteriores ou então sem material nenhum (controlo positivo), havendo ainda um grupo de controlo negativo no qual não se executou qualquer tratamento. Observaram que nos grupos obturados com MTA, resina fluída e resina para posteriores, os dentes fraturaram a forças semelhantes e referem ainda que o uso de espigões não oferece uma maior resistência à fratura (50).

Desta forma, parece vantajoso o uso de espigões de fibra de vidro em dentes imaturos com um amplo espaço canal que, por um lado, permitem contornar o problema da contração da resina composta, dado o fator C que a cavidade canal apresenta (53), e por outro lado, tendo o seu módulo de elasticidade muito semelhante ao da dentina, permite a tal mimetização da estrutura dentária biologicamente natural.

Apesar de todas as limitações inerentes aos estudos *in vitro*, de não permitir mimetizar na realidade as condições clínicas encontradas, parece consensual entre vários estudos que a melhor forma de reforçar a estrutura destes dentes é através de restaurações adesivas estendidas para o sistema canal e que a obturação convencional com recurso à guta percha não permite tal vantagem (13, 82, 83).

Para além do tipo de restauração escolhida é também importante avaliar a capacidade de selamento dessa restauração. Esta hibridização tem que ser observada em duas vertentes: entre o material restaurador e a dentina radicular, e ainda entre o material restaurador e o material utilizado na apexificação. A primeira interação está dependente da micro-estrutura da dentina radicular, do tratamento a que esta dentina radicular já foi sujeita, da interação entre o adesivo e a dentina e da capacidade de adaptação do material restaurador à conformação canal (56). A dentina radicular, por si só apresenta-se como um desafio à obtenção de uma boa interface adesiva. Por um lado o decréscimo do número de túbulos dentinários de coronal para apical do canal, leva a uma menor

possibilidade de hibridização entre o adesivo e a dentina em zonas mais profundas e assim pode resultar numa uma força adesiva inferior (53). Por outro lado a própria conformação do canal, formando uma cavidade oval, leva a uma maior dificuldade da obtenção das condições ideais para todo o procedimento de aplicação do sistema adesivo e ainda apresenta-se como uma cavidade com um factor C desfavorável influenciando a boa adaptação do material restaurador (53). Para além disso esta dentina, sujeita a um tratamento endodôntico, tem também o condicionamento das soluções irrigadoras utilizadas, sendo referido que as soluções irrigadoras como o hipoclorito de sódio, o EDTA, o clorofórmio, o halotano e o peróxido de hidrogénio parecem diminuir as forças adesivas à dentina radicular (53, 54). No entanto, Haragushiku e col. referem que o uso do hipoclorito de sódio durante um minuto não irá causar alterações na dentina (56). Por outro lado, parece que o uso de clorhexidina permite uma melhor estabilização da interface adesiva por prevenir a hidrólise da matriz de colagénio provocada pelas metaloproteínases. Assim, apesar do seu uso não levar a melhores forças adesivas, parece permitir a manutenção da interface adesiva a longo prazo (56, 57), podendo ser utilizada estrategicamente antes do procedimento adesivo.

A segunda vertente que diz respeito à força de adesão entre o material restaurador e o material de silicato de cálcio subjacente, que vários estudos referem um valor de 17 a 20 MPa para a força de adesão como a suficiente para resistir às forças de contração prevenindo a formação de falhas (55, 59, 60). O protocolo de adesão, o sistema adesivo utilizado e o tempo decorrido desde a colocação destes materiais biocerâmicos até ao momento da restauração, são três dos fatores mais relevantes neste contexto. Relativamente ao protocolo de adesão e sistema adesivo ainda não há evidência de qual a melhor estratégia a utilizar; alguns autores que referem que o condicionamento ácido por um curto período de tempo pode levar a melhores forças adesivas, desde que a restauração seja realizada após um mínimo de 96 horas (84); outros referem que esse condicionamento irá levar a alterações na microestrutura dos cimentos de silicato de cálcio, diminuindo as forças de adesão (60). Para além disso o tempo decorrido desde a colocação dos cimentos de silicato de cálcio até à aplicação desse protocolo de adesão influencia toda esta hibridização entre ambos materiais, não sendo ainda consensual entre diferentes autores (59, 60).

Desde um período mínimo de 96 horas, até duas semanas, têm sido sugeridos vários tempos como preferenciais para a execução do protocolo adesivo aos cimentos de silicato de cálcio (55, 59, 60). No entanto não se pode concluir sobre qual o período mínimo ideal, atendendo às inerentes limitações dos estudos *in vitro* referidos, para além dos tipos de adesivos, resinas e protocolos de adesão terem sido diferentes também, o que não permite uma comparação.

De facto, são múltiplos os fatores condicionantes do sucesso do tratamento restaurador destes dentes imaturos, no entanto, é consensual que a melhor forma de os reabilitar é através de restaurações corono-radiculares adesivas, tirando o máximo de proveito da hibridização entre o material restaurador e a estrutura dentária remanescente.

Nos casos incluídos no nosso estudo houve a restauração coronária indireta com uma coroa em resina composta num dos dentes e direta em resina composta em seis dentes; nos quais três optou-se pelo

preenchimento do restante espaço canalar com recurso a sistemas de resinas compostas e nos outros quatro dentes com recurso a espigões de fibra de vidro pré-fabricados e cimentos de resina de dupla polimerização. Como referido por alguns estudos, os espigões de fibra de vidro tendo um módulo de elasticidade muito semelhante ao da dentina, permitem a sua mimetização (51, 53, 82). Para além disso, permitem auxiliar no preenchimento canalar evitando a necessidade de grandes quantidades de resina composta, minimizando assim a sua contração de polimerização. Não obstante, o caso reabilitado com coroa indireta em resina composta, apresentava um amplo espaço canalar inerente à sua imaturidade radicular. Apesar do preenchimento parcial que o espigão proporcionaria, seria necessária uma grande quantidade de cimento de resina composta, para além da ideal localização do espigão estar dificultada. Desta forma, optou-se pela colocação de um sistema de espigão de fibra de vidro individualizado, permitindo assim contornar o mau posicionamento do espigão e por outro lado a necessidade de uma grande quantidade de cimento de resina que levaria a uma maior probabilidade de contração do material e de falha na correta adaptação de toda a restauração ao canal. Por outro lado, em todos os casos as restaurações foram realizadas após um período mínimo de duas semanas, permitindo assim a correta maturação dos cimentos de silicato de cálcio, que não estando alcançada, poderia influenciar a força de adesão do material restaurador ao mesmo (59, 60).

Para a avaliação do sucesso do tratamento restaurador incluiu-se uma avaliação da cor, para observação de possível descoloração induzida pelos materiais utilizados para a apexificação, através da realização de uma fotografia ao dente com a escala Vita® Classic ordenada por valor. Para além disso foram usados ainda critérios estéticos, funcionais e biológicos, adequados à avaliação pretendida decorrente do tratamento de apexificação realizado, segundo o sistema de classificação aprovado pela FDI. Estes critérios estão organizados por grupos (Estético, Funcional e Biológico) e baseiam-se em cinco classificações, por ordem crescente de severidade em relação ao parâmetro avaliado. Após a classificação final este sistema permite a decisão clínica entre a necessidade de reparação ou substituição da restauração, sendo que o critério mais elevado de cada grupo é que dita a respetiva classificação do mesmo; as classificações 4 e 5 correspondem a insucessos requerendo por isso a substituição da restauração (85). É importante salientar que a aplicação destes critérios apenas está validada para aplicação em dentes posteriores (61) e no nosso estudo apenas estão incluídos dentes anteriores. Assim, os critérios elegidos foram aqueles que mais se adaptavam à avaliação dos dentes anteriores e os que eram pretendidos para a nossa avaliação.

De acordo com os resultados da avaliação segundo este sistema de classificação, apenas um dos dentes apresentou classificação com o valor 4, referente aos critérios funcionais na adaptabilidade marginal da restauração, e aos critérios estéticos, culminando assim na necessidade da substituição da restauração.

De acordo com a avaliação de cor, apenas em dois casos houve resultado insatisfatório, sendo esse resultado referido também pelos doentes; num deles houve uma observação da tonalidade D2, um tom com baixo valor (Escala Vita® Classic), sendo este o mesmo caso que necessita de substituição da restauração; no outro observou-se a tonalidade A3,5 (Escala Vita® Classic). A coloração observada

nestes dentes pode ser consequente das alterações dentinárias decorrentes do processo de necrose, ou então dos materiais utilizados para a realização da técnica da apexificação (20, 39, 70). Várias têm sido as teorias para explicar este processo inestético. Para além de associada aos constituintes metálicos presentes em grandes quantidades em certos tipos de MTA (20, 40, 70), e à contaminação por sangue, tendo-se observado num estudo *in vitro* um aumento da coloração provocada por vários cimentos de silicato de cálcio, incluindo o MTA e Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France), nesta situação (40); também as condições do ambiente, os tipos de irrigantes utilizados podem ter influência na coloração provocada por estes cimentos. Parece haver uma correlação entre a presença de restos residuais nos túbulos dentinários de hipoclorito de sódio com os cimentos de silicato de cálcio que contêm óxido de bismuto e um efeito de coloração potenciado quando o Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) está em contacto com clorhexidina (20).

É consensual entre vários autores a coloração provocada pelo MTA; este caso, no qual se registou a tonalidade D2, apresenta também uma coloração cinzenta na zona cervical da coroa, de acordo com o que tem sido descrito (20). Também Moore e col., no seu estudo, observou a presença de coloração em 5 dentes estando estes com o seu desenvolvimento radicular completo (9). Contudo, em nenhum dos casos incluídos no estudo de Bonte e col., houve a observação de coloração, justificando os autores esta observação com o facto de ter sido utilizada magnificação para a realização da técnica da apexificação (6). No entanto, é simplista associar a não descoloração ao uso do microscópio dada a multiplicidade de fatores influenciadores da coloração; possivelmente a inexistência de coloração dos dentes incluídos neste estudo pode também estar relacionada ao curto seguimento de 1 ano.

A tonalidade presente no segundo caso, A 3,5, está também em consonância com o descrito por vários autores da possibilidade de o Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France) provocar alguma coloração, embora menos do que aquela observada com o material MTA (20, 39, 40); no entanto, apesar de um tom com maior saturação, observa-se uma coloração em harmonia com os dentes adjacentes não se podendo inferir se a etiologia desta coloração está associada ao Biodentine™ (Septodont, Saint Maur des Fosses, France).

No entanto, apesar dos insucessos restauradores observados, todos os dentes incluídos no nosso estudo estavam funcionais.

Assim, a técnica restauradora implementada em cada um deles, associado à técnica da apexificação, permitiu a sua sobrevivência dentro de um período de seguimento de 5 a 22 anos. Parecendo ir de acordo com os vários estudos experimentais nos quais se refere que para um melhor reforço estrutural dos dentes imaturos devemos optar por restaurações corono-radulares adesivas (50-54).

### **Limitações da Série de Casos**

Várias limitações foram encontradas no decurso do nosso estudo sendo uma delas o próprio desenho e metodologia utilizada. Uma série de casos tem um inerente número limitado de observação de doentes que têm características comuns entre si, no entanto, têm vários fatores não controlados que

enviesam e limitam a dedução de conclusões das situações clínicas que foram observadas, como é o caso do nosso estudo. Para além do desenho do estudo em si, também houve uma falta de calibração do observador cego do nosso estudo para os critérios radiográficos e clínicos (critérios FDI e critérios do PAI) utilizados na recolha dos registos observacionais.

O método observacional de avaliação da cor através da comparação com uma escala de cor devido à sua subjetividade inerente foi também considerado uma limitação do nosso estudo. Num dos casos pode-se constatar tal limitação devido a uma incorreta escolha de cor inicial, que ao fazer a avaliação computadorizada da fotografia através da escala de cinzas se observou ser a cor que mais se assemelhava à realidade do dente.

No primeiro caso clínico apresentado a fotografia de avaliação da cor não tem a escala Vita® ordenada por valor, ao contrário do que aconteceu com os outros casos.

## **Conclusões**

Apesar das limitações da nossa série de casos, com o longo período de seguimento apresentado, entre 5 a 22 anos, observou-se que a técnica de apexificação em conjugação com a técnica restauradora corono-radicular adesiva permitiram a sobrevivência destes dentes anteriores com necrose pulpar e ápice aberto, mantendo-os em função e assintomáticos. Sendo, dentro da população, a faixa etária mais jovem a mais atingida, é fundamental essa preservação dada as limitações de opções de tratamento após a perda do dente e as sequelas estéticas, funcionais e biológicas que daí advêm proporcionando uma melhor qualidade de vida destes doentes.

A aplicação do protocolo de critérios clínicos e radiográficos permitiu inferir o sucesso clínico e radiográfico de ambas as técnicas, no entanto para a sua validade é necessária a aplicação num maior número de casos. Assim este protocolo demonstra-se como uma possibilidade de aplicação no estudo retrospectivo a realizar-se no período de um ano. No entanto, são necessários pelo menos dois observadores cegos para a observação de todos os casos incluídos, bem como é necessária a sua calibração para ambos os sistemas de avaliação utilizados, critérios FDI e critérios PAI (Orstavik).

## Agradecimentos

Quero desde já prestar o meu especial agradecimento ao meu orientador e coorientador.

Ao Professor Doutor João Miguel Marques dos Santos por ter aceite ser meu orientador na tese de Mestrado Integrado, pela sua disponibilidade, compreensão, ajuda, confiança e conhecimentos transmitidos, bem como, por ter despertado e incentivado o meu enorme interesse pela área da Endodontia, sendo uma total referência para mim.

Ao Professor Doutor João Carlos Ramos pelo apoio, disponibilidade, ajuda e sobretudo, incentivo e despertar a ser sempre melhor encarando todas as dificuldades sem ceder ao facilitismo.

Ao Professor Doutor Paulo Palma, agradeço a disponibilidade e contributo para a descrição dos casos clínicos incluídos neste estudo, foi sem dúvida um contributo crucial para a concretização desta monografia.

À Dr<sup>a</sup>. Diana Sequeira agradeço pela sua disponibilidade na fase inicial da realização desta monografia, pela sua enorme simpatia e incentivo.

Aos meus amigos, agradeço pelo apoio imprescindível, pelo incentivo, pelo inigualável “ombro amigo” em todos os momentos não só da realização desta monografia, mas durante todo o percurso académico.

À minha melhor amiga, o meu porto seguro, que consegue estar distante, mas sempre perto.

Aos meus pais e irmã, os meus heróis, as minhas verdadeiras “fontes de inspiração”. A vocês devo tudo o que sou hoje, todas as metas alcançadas, todas as dificuldades superadas, direta ou indiretamente, eram vocês que estavam lá sempre. Deram-me todas as ferramentas para encarar os obstáculos da vida sempre com empenho, trabalho, dedicação máxima e ainda assim, um sorriso no rosto. Para tudo isto não há palavras que cheguem para vos agradecer e glorificar.



## Bibliografia

1. Simon S, Rilliard F, Berdal A, Machtou P. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *Int Endod J*. 2007;40(3):186-97.
2. Beslot-Neveu A, Bonte E, Baune B, Serreau R, Aissat F, Quinquis L, et al. Mineral trioxide aggregate versus calcium hydroxide in apexification of non vital immature teeth: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2011;12:174.
3. Palma PJRd. *Apexificação e Revascularização Pulpar em Dentes Permanentes Imaturos Estudo experimental in vivo: Universidade de Coimbra; 2013.*
4. Singh RK, Shakya VK, Khanna R, Singh BP, Jindal G, Kirubakaran R, et al. Interventions for managing immature permanent teeth with necrotic pulps. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017.
5. Duggal M, Tong HJ, Al-Ansary M, Twati W, Day PF, Nazzal H. Interventions for the endodontic management of non-vital traumatised immature permanent anterior teeth in children and adolescents: a systematic review of the evidence and guidelines of the European Academy of Paediatric Dentistry. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2017;18(3):139-51.
6. Bonte E, Beslot A, Boukpepsi T, Lasfargues JJ. MTA versus Ca(OH)<sub>2</sub> in apexification of non-vital immature permanent teeth: a randomized clinical trial comparison. *Clin Oral Investig*. 2015;19(6):1381-8.
7. Pace R, Giuliani V, Pini Prato L, Baccetti T, Pagavino G. Apical plug technique using mineral trioxide aggregate: results from a case series. *Int Endod J*. 2007;40(6):478-84.
8. Chala S, Abouqal R, Rida S. Apexification of immature teeth with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate: systematic review and meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011;112(4):e36-42.
9. Moore A, Howley MF, O'Connell AC. Treatment of open apex teeth using two types of white mineral trioxide aggregate after initial dressing with calcium hydroxide in children. *Dent Traumatol*. 2011;27(3):166-73.
10. Nicoloso GF, Potter IG, Rocha RO, Montagner F, Casagrande L. A comparative evaluation of endodontic treatments for immature necrotic permanent teeth based on clinical and radiographic outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Int J Paediatr Dent*. 2017;27(3):217-27.
11. Ree MH, Schwartz RS. Long-term Success of Nonvital, Immature Permanent Incisors Treated With a Mineral Trioxide Aggregate Plug and Adhesive Restorations: A Case Series from a Private Endodontic Practice. *J Endod*. 2017;43(8):1370-7.

12. Sharma S, Sharma V, Passi D, Srivastava D, Grover S, Dutta SR. Large Periapical or Cystic Lesions in Association with Roots Having Open Apices Managed Nonsurgically Using 1-step Apexification Based on Platelet-rich Fibrin Matrix and Biodentine Apical Barrier: A Case Series. *J Endod.* 2018;44(1):179-85.
13. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol.* 1992;8:45-55.
14. Pace R, Giuliani V, Nieri M, Di Nasso L, Pagavino G. Mineral trioxide aggregate as apical plug in teeth with necrotic pulp and immature apices: a 10-year case series. *J Endod.* 2014;40(8):1250-4.
15. D. P. Pdradhan HSC, K. Gauba, A. Goyal. Comparative evaluation of endodontic management of teeth with unformed apices with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Journal of Dentistry for Children.* 2006.
16. Jeeruphan T, Jantarat J, Yanpiset K, Suwannapan L, Khewsawai P, Hargreaves KM. Mahidol study 1: comparison of radiographic and survival outcomes of immature teeth treated with either regenerative endodontic or apexification methods: a retrospective study. *J Endod.* 2012;38(10):1330-6.
17. Torabinejad M, Nosrat A, Verma P, Udochukwu O. Regenerative Endodontic Treatment or Mineral Trioxide Aggregate Apical Plug in Teeth with Necrotic Pulps and Open Apices: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod.* 2017;43(11):1806-20.
18. Witherspoon DE, Small JC, Regan JD, Nunn M. Retrospective analysis of open apex teeth obturated with mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 2008;34(10):1171-6.
19. Lin JC, Lu JX, Zeng Q, Zhao W, Li WQ, Ling JQ. Comparison of mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide for apexification of immature permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. *J Formos Med Assoc.* 2016;115(7):523-30.
20. Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part II: other clinical applications and complications. *Int Endod J.* 2018;51(3):284-317.
21. Bezgin T, Sonmez H, Orhan K, Ozalp N. Comparative evaluation of Ca(OH)<sub>2</sub> plus points and Ca(OH)<sub>2</sub> paste in apexification. *Dent Traumatol.* 2012;28(6):488-95.
22. Damle S, Bhattal H, Loomba A. Apexification of Anterior Teeth. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* 2012;36(3):263-8.
23. A. Dominguez Reyes LMM, T. Aznar Martín. Study of calcium hydroxide apexification in 26 young permanent incisors. *Dental Traumatology.* 2005;21:141-5.
24. Tarun Walia HSC, Krishan Gauba. Management of wide open apices in non-vital permanent teeth with Ca(OH)<sub>2</sub> paste. *J Clin Pediatr Dent.* 2000;25:51-6.
25. Bogen G, Kuttler S. Mineral trioxide aggregate obturation: a review and case series. *J Endod.* 2009;35(6):777-90.

26. Asunción Mendoza Mendoza ESR, Franklin Garcia-Godoy. Evolution of apical formation on immature necrotic permanent teeth. *American Journal of Dentistry*. 2010;23.
27. I. Ballesio EM, S. Mummolo, G. Marzo. Radiographic appearance of apical closure in apexification after 7-13 years. *European Journal of Paediatric Dentistry*. 2006.
28. Li-Wan Lee S-HH, Chao-Ching Chang, Li-Kai Chen. Duration for apical barrier formation in necrotic immature permanent incisors treated with calcium hydroxide apexification using ultrasonic or hand filing. *J Formos Med Assoc*. 2010;109.
29. Yassen GH, Chin J, Mohammedsharif AG, Alsoufy SS, Othman SS, Eckert G. The effect of frequency of calcium hydroxide dressing change and various pre- and inter-operative factors on the endodontic treatment of traumatized immature permanent incisors. *Dent Traumatol*. 2012;28(4):296-301.
30. Malkondu O, Karapinar Kazandag M, Kazazoglu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. *Biomed Res Int*. 2014;2014:160951.
31. Andreasen JO, Munksgaard EC, Bakland LK. Comparison of fracture resistance in root canals of immature sheep teeth after filling with calcium hydroxide or MTA. *Dent Traumatol*. 2006;22(3):154-6.
32. Mente J, Leo M, Panagidis D, Ohle M, Schneider S, Lorenzo Bermejo J, et al. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate in open apex teeth. *J Endod*. 2013;39(1):20-6.
33. Roberts HW, Toth JM, Berzins DW, Charlton DG. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dent Mater*. 2008;24(2):149-64.
34. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-- Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. *J Endod*. 2010;36(1):16-27.
35. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater*. 2015;31(4):351-70.
36. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-- part II: leakage and biocompatibility investigations. *J Endod*. 2010;36(2):190-202.
37. Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy. *Int Endod J*. 2018;51(2):177-205.
38. W. T. Felipe MCSF, M. J. C. Rocha. The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *International Endodontic Journal* 2006;39:2-9.
39. Ramos JC, Palma PJ, Nascimento R, Caramelo F, Messias A, Vinagre A, et al. 1-year In Vitro Evaluation of Tooth Discoloration Induced by 2 Calcium Silicate-based Cements. *J Endod*. 2016;42(9):1403-7.

40. Shokouhinejad N, Nekoofar MH, Pirmoazen S, Shamshiri AR, Dummer PM. Evaluation and Comparison of Occurrence of Tooth Discoloration after the Application of Various Calcium Silicate-based Cements: An Ex Vivo Study. *J Endod.* 2016;42(1):140-4.
41. D P Pradhan HSC, K Gauba, A Goyal. Comparative evaluation of endodontic management of teeth with unformed apices with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Journal of Dentistry for Children* 2006.
42. Santos JM, Palma PJ, Ramos JC, Cabrita AS, Friedman S. Periapical inflammation subsequent to coronal inoculation of dog teeth root filled with resilon/epiphany in 1 or 2 treatment sessions with chlorhexidine medication. *J Endod.* 2014;40(6):837-41.
43. Shabahang S. Treatment options: apexogenesis and apexification. *J Endod.* 2013;39(3 Suppl):S26-9.
44. Lee LW, Hsieh SC, Lin YH, Huang CF, Hsiao SH, Hung WC. Comparison of clinical outcomes for 40 necrotic immature permanent incisors treated with calcium hydroxide or mineral trioxide aggregate apexification/apexogenesis. *J Formos Med Assoc.* 2015;114(2):139-46.
45. Sankar Annamalai JM. Efficacy of mineral trioxide aggregate as an apical plug in non-vital young permanent teeth: Preliminary results. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* 2010;35.
46. Babita Niranjana NDS, Aashutosh Dubey, Shilpy Singla, Neha Gupta. Biodentine-A new novel bio-inductive material for treatment of traumatically injured tooth (single visit apexification). *Journal of Clinical e Diagnostic Research.* 2016.
47. El-Ma'aita AM, Qualtrough AJ, Watts DC. The effect of smear layer on the push-out bond strength of root canal calcium silicate cements. *Dent Mater.* 2013;29(7):797-803.
48. Tomas-Catala CJ, Collado-Gonzalez M, Garcia-Bernal D, Onate-Sanchez RE, Forner L, Llana C, et al. Biocompatibility of New Pulp-capping Materials NeOMTA Plus, MTA Repair HP, and Biodentine on Human Dental Pulp Stem Cells. *J Endod.* 2018;44(1):126-32.
49. L Martens SR, R Cauwels. Endodontic treatment of trauma-induced necrotic immature teeth using a tricalcium silicate-based bioactive cement. A report of 3 cases with 24-month follow-up. *European Journal of Paediatric Dentistry.* 2016;17.
50. Karapinar-Kazandag M, Basrani B, Tom-Kun Yamagishi V, Azarpazhooh A, Friedman S. Fracture resistance of simulated immature tooth roots reinforced with MTA or restorative materials. *Dent Traumatol.* 2016;32(2):146-52.
51. Schmoltdt SJ, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Yaccino JM. Reinforcement of simulated immature roots restored with composite resin, mineral trioxide aggregate, gutta-percha, or a fiber post after thermocycling. *J Endod.* 2011;37(10):1390-3.

52. Evren OK, Altunsoy M, Tanriver M, Capar ID, Kalkan A, Gok T. Fracture resistance of simulated immature teeth after apexification with calcium silicate-based materials. *Eur J Dent.* 2016;10(2):188-92.
53. Didier Dietschi OD, Ivo Krejci, Avishai Sadan. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2008;39:117-29.
54. Desai S, Chandler N. The restoration of permanent immature anterior teeth, root filled using MTA: a review. *J Dent.* 2009;37(9):652-7.
55. Tulumbaci F, Almaz ME, Arikan V, Mutluay MS. Shear bond strength of different restorative materials to mineral trioxide aggregate and Biodentine. *J Conserv Dent.* 2017;20(5):292-6.
56. Haragushiku GA, Back ED, Tomazinho PH, Baratto Filho F, Furuse AY. Influence of antimicrobial solutions in the decontamination and adhesion of glass-fiber posts to root canals. *J Appl Oral Sci.* 2015;23(4):436-41.
57. Cecchin D, Farina AP, Giacomini M, Vidal Cde M, Carlini-Junior B, Ferraz CC. Influence of chlorhexidine application time on the bond strength between fiber posts and dentin. *J Endod.* 2014;40(12):2045-8.
58. Baron M, Llena C, Forner L, Palomares M, Gonzalez-Garcia C, Salmeron-Sanchez M. Nanostructural changes in dentine caused by endodontic irrigants. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal.* 2013:e733-e6.
59. Sultana N, Nawal RR, Chaudhry S, Sivakumar M, Talwar S. Effect of acid etching on the micro-shear bond strength of resin composite-calcium silicate interface evaluated over different time intervals of bond aging. *J Conserv Dent.* 2018;21(2):194-7.
60. Joana Alexandra Marques Simões RIFdFA, Paulo Jorge Rocha da Palma. Delayed vs immediate restoration after endodontic procedures with bioceramic materials - shear bond strength study. Coimbra: Universidade de Coimbra; 2017.
61. Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjor I, Bayne S, Peters M, et al. FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations-update and clinical examples. *Clin Oral Investig.* 2010;14(4):349-66.
62. Omar A. S. El Meligy DRA. Comparison of apexification with mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide. *Pediatric Dentistry.* 2006.
63. Han L, Okiji T. Bioactivity evaluation of three calcium silicate-based endodontic materials. *Int Endod J.* 2013;46(9):808-14.
64. Holden DT, Schwartz SA, Kirkpatrick TC, Schindler WG. Clinical outcomes of artificial root-end barriers with mineral trioxide aggregate in teeth with immature apices. *J Endod.* 2008;34(7):812-7.

65. Suresh Nayar KB, Aws Alani. A report on the clinical and radiographic outcomes of 38 cases of apexification with mineral trioxide aggregate. *Eur J Prosthodont Rest Dent.* 2009;17:150-6.
66. Chang SW, Oh TS, Lee W, Cheung GS, Kim HC. Long-term observation of the mineral trioxide aggregate extrusion into the periapical lesion: a case series. *Int J Oral Sci.* 2013;5(1):54-7.
67. Martin Brüsehaber CB, Michael Hülsmann. Mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent teeth: A retrospective study. *Endo (Lond Engl).* 2016;10:175-81.
68. Mente J, Hage N, Pfefferle T, Koch MJ, Dreyhaupt J, Staehle HJ, et al. Mineral trioxide aggregate apical plugs in teeth with open apical foramina: a retrospective analysis of treatment outcome. *J Endod.* 2009;35(10):1354-8.
69. L Tronstad KA, L Doving, I Pedersen, H M Eriksen. Influence of coronal restorations on the periapical health of endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol.* 2000;16:218-21.
70. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review-- Part III: Clinical applications, drawbacks, and mechanism of action. *J Endod.* 2010;36(3):400-13.
71. Erdem AP, Sepet E. Mineral trioxide aggregate for obturation of maxillary central incisors with necrotic pulp and open apices. *Dent Traumatol.* 2008;24(5):e38-41.
72. U Sjogren DF, L Spangberg, G Sundqvist. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing *International Endodontic Journal.* 1991;24:119-25.
73. Galler KM, Buchalla W, Hiller KA, Federlin M, Eidt A, Schiefersteiner M, et al. Influence of root canal disinfectants on growth factor release from dentin. *J Endod.* 2015;41(3):363-8.
74. Hashem AA, Wanees Amin SA. The effect of acidity on dislodgment resistance of mineral trioxide aggregate and bioaggregate in furcation perforations: an in vitro comparative study. *J Endod.* 2012;38(2):245-9.
75. Nosrat A, Nekoofar MH, Bolhari B, Dummer PM. Unintentional extrusion of mineral trioxide aggregate: a report of three cases. *Int Endod J.* 2012;45(12):1165-76.
76. Das AN, Geetha K, Varghese Kurian A, Nair R, Nandakumar K. Interdisciplinary Approach to a Tooth with Open Apex and Persistent Sinus. *Case Rep Dent.* 2015;2015:907324.
77. Al Ansary MA, Day PF, Duggal MS, Brunton PA. Interventions for treating traumatized necrotic immature permanent anterior teeth: inducing a calcific barrier & root strengthening. *Dent Traumatol.* 2009;25(4):367-79.
78. Harbert H. One-step apexification without calcium hydroxide. *Journal of Endodontics.* 1996.
79. Nunes PD. Prevalência de Periodontite Apical e Patologia Dentária na População Adulta da Consulta de Medicina Dentária: Coimbra; 2011.
80. Dag Orstavik KK, Harald M. Eriksen. The periapical index: A scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol.* 1986;2:20-34.

81. Valois CRA, Costa ED. Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings in vitro. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2004;97(1):108-11.
82. Brito-Junior M, Pereira RD, Verissimo C, Soares CJ, Faria-e-Silva AL, Camilo CC, et al. Fracture resistance and stress distribution of simulated immature teeth after apexification with mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*. 2014;47(10):958-66.
83. Cauwels RG, Pieters IY, Martens LC, Verbeeck RM. Fracture resistance and reinforcement of immature roots with gutta percha, mineral trioxide aggregate and calcium phosphate bone cement: a standardized in vitro model. *Dent Traumatol*. 2010;26(2):137-42.
84. Kayahan MB, Nekoofar MH, Kazandag M, Canpolat C, Malkondu O, Kaptan F, et al. Effect of acid-etching procedure on selected physical properties of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J*. 2009;42(11):1004-14.
85. Vinagre ARR. Avaliação clínica e laboratorial de diferentes sistemas adesivos em dentisteria operatória: Coimbra; 2014.

# Anexos

## COMISSÃO DE ÉTICA

### PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO

**Instruções:** o(s) aluno(s)/investigador(s) deve preencher os campos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 em separado. Posteriormente, assinar o formulário e entregar nos Serviços de Gestão Académica da FMUC (em caso de se tratar de um projecto de investigação inserido num curso de mestrado e/ou doutoramento) OU no Secretariado Executivo - CE (em caso de se tratar de um projecto de investigação autónomo). O processo deve ser entregue em **PAPEL e EM SUPORTE DIGITAL**, juntamente com os anexos constantes dos pontos 3 e 4 (se aplicável) e COM OS CONSENTIMENTOS DESCRITOS NO PONTO 11.

**NOTAS IMPORTANTES**

A Comissão de Ética da Faculdade de Medicina analisa apenas o presente formulário e anexos, pelo que importa que o mesmo seja preenchido de forma a descrever todo o projecto (objectivos, justificação científica, plano da investigação, etc.). **NÃO deverá DEIXAR CAMPOS EM BRANCO.** Em caso de algum dos itens não se aplicar, colocar o texto "Não se aplica".

3. Todas as comunicações serão efectuadas via e-mail.

#### 1. IDENTIFICAÇÃO DO(A) ALUNO(A)/INVESTIGADOR(A) PRINCIPAL

Nome (completo):

Morada:

C. Postal:  -  Localidade:

Telemóvel:  Endereço de e-mail:

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO(S) CO-INVESTIGADOR(ES) (se aplicável)

Nome (completo):

Telemóvel:  Endereço de e-mail:

#### 2. IDENTIFICAÇÃO DO PROJECTO

Modalidade do projecto:

Título do projecto:

Serviço(s) onde o projecto será executado:

Existem outros centros, nacionais ou não, onde a mesma investigação será feita?

Em caso afirmativo indique-os:

Descreva sucintamente os objectivos da Investigação:

#### 3. OUTROS DADOS SOBRE O PROJECTO

A Investigação proposta envolve Exames Complementares?

Em caso afirmativo, por favor, indique:

Tipos:	<input type="text" value="Radiografias periapicais e tomografia computadorizada de feixe côncavo"/>
Frequência:	<input type="text" value="Uma única avaliação para o estudo, que contudo se insere nos controlos pós-operatórios que devem ser realizados após este tipo de tratamento"/>
Natureza da amostra:	<input type="text" value="Não se aplica"/>

(NOTA: Especifique se estes exames são feitos especialmente para esta investigação ou se serão executados no âmbito dos cuidados médicos habituais a prestar aos dentes).

A Investigação proposta envolve Questionários?

Em caso afirmativo, por favor, indique:

A quem são feitos?

## Anexo I - Formulário de submissão ao Comité de Ética da FMUC

### FORMULÁRIO DE INFORMAÇÃO E CONSENTIMENTO INFORMADO

**Projeto de Investigação:** Apexificação associada a restauração corono-radicular adesiva em dentes anteriores definitivos: Estudo clínico retrospectivo

**Protocolo nº** \_\_\_\_\_

**Promotor:** João Miguel Marques dos Santos

**Investigador Coordenador:** João Miguel Marques dos Santos

**Investigadores Principais:** João Carlos Tomás Ramos, Paulo Jorge Rocha Palma, Sónia Dias

**Centro de Estudo:** Área de Medicina Dentária - Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

**Morada:** Av. Bissaya Barreto, Blocos de Celas. 3000-075 Coimbra

**Contacto Telefónico:** +351 967 031 899

**NOME DO PACIENTE** (preencher com letra de imprensa): \_\_\_\_\_

É convidado(a) a participar voluntariamente neste estudo porque lhe foi realizado no passado um tratamento dentário designado por Apexificação, indicado para dentes imaturos (em que a raiz ainda não está completamente formada) necrosados (sem vitalidade).

Este procedimento é chamado consentimento informado e descreve a finalidade do estudo, os procedimentos, os possíveis benefícios e riscos. A sua participação poderá contribuir para melhorar o conhecimento sobre o sucesso a longo prazo e as eventuais limitações deste tipo de tratamento. A apexificação é um tratamento indicado em dentes com particularidades específicas, que os tornam potencialmente perdidos se nenhuma abordagem tivesse sido realizada.

Receberá uma cópia deste **Consentimento Informado** para rever e solicitar aconselhamento de familiares e amigos. O Investigador ou outro membro da sua equipa irá esclarecer qualquer dúvida que tenha sobre o termo de consentimento e também alguma palavra ou informação que possa não entender.

Depois de compreender o estudo e de não ter qualquer dúvida acerca do mesmo, deverá tomar a decisão de participar ou não. Caso queira participar, ser-lhe-á solicitado que assine e date este formulário. Após a sua assinatura e a do Investigador, ser-lhe-á entregue uma cópia. Caso não queira participar, não haverá qualquer penalização nos cuidados que irá receber.

#### 1. INFORMAÇÃO GERAL E OBJECTIVOS DO ESTUDO

Este estudo irá decorrer na Área de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, com o objetivo de avaliar o sucesso dos dentes tratados com a técnica de Apexificação e reabilitados com restaurações adesivas corono-radulares. O estudo será realizado no âmbito do desenvolvimento de uma tese de Mestrado Integrado do curso de Medicina Dentária.

Trata-se de um estudo clínico de reavaliação sem qualquer intervenção de carácter irreversível, incluindo uma avaliação radiográfica e clínica e um protocolo fotográfico ao(s) dente(s) em questão.

<b>Nº DO PROCESSO</b>	
<b>NOME</b>	
<b>Nº DE TELEMÓVEL</b>	
<b>IDADE</b>	
<b>CONDIÇÃO SISTÉMICA</b>	
<b>MEDICAÇÃO</b>	
<b>CONSENTIMENTO INFORMADO</b>	
<b>DENTE(S) TRATADOS</b>	
<b>CAUSA DA NECROSE PULPAR</b>	
<b>DIAGNÓSTICO PERIAPICAL (PAI)</b>	
<b>EXAME CLÍNICO: SINTOMAS PRÉVIOS</b>	
<b>EXAME RADIOGRÁFICO: SINAIS PRÉVIOS (PAI)</b>	

*Anexo III - Tabela de registo dos dados pessoais e História Clínica*

<b>Nº DO PROCESSO</b>	
<b>CLÍNICO QUE REALIZOU O TRATAMENTO APEXIFICAÇÃO</b>	
<b>DATA ÍNICIO/FIM DO TRATAMENTO</b>	
<b>Nº DE SESSÕES</b>	
<b>INTERVALO DE TEMPO ENTRE CADA SESSÃO</b>	
<b>FOLOW-UP</b>	
<b>DENTE(S)</b>	
<b>MATERIAL DA APEXIFICAÇÃO</b>	
<b>ANESTESIA/ISOLAMENTO</b>	

<b>DETERMINAÇÃO ODONTOMETRIA DE TRABALHO</b>	
<b>TÉCNICA DE IRRIGAÇÃO</b>	
<b>TÉCNICA DE INSTRUMENTAÇÃO</b>	
<b>DIÂMETRO APICAL (ISO)</b>	
<b>COMPRIMENTO DO PLUG APICAL</b>	
<b>TÉCNICA DE COLOCAÇÃO DO PLUG</b>	
<b>POSIÇÃO DO PLUG (SUB; JUSTA; SOB)</b>	
<b>CLÍNICO QUE EFETUOU O TRATAMENTO RESTAURADOR</b>	
<b>RESTAURAÇÃO (TIPO)</b>	
<b>CONDICIONAMENTO CANALAR PRÉVIO À RESTAURAÇÃO</b>	
<b>SISTEMA ADESIVO</b>	
<b>MATERIAL RESTAURADOR</b>	

*Anexo IV - Tabela de registo dos procedimentos da Apexificação e Restauração corono-radicular adesiva*

## Lista de Figuras

Figura 1 – Fotografias – Caso Clínico 1.....	15
Figura 2 – Radiografias Periapicais – Caso Clínico 1.....	15
Figura 3 – Fotografias – Caso Clínico 2.....	16
Figura 4 – Radiografias Periapicais – Caso Clínico 2.....	16
Figura 5 – Fotografia pré-operatória – Caso Clínico 3.....	17
Figura 6 – Fotografia do pós-operatório imediato – Caso Clínico 3.....	17
Figura 7 – Fotografia (11 anos de controlo) – Caso Clínico 3.....	17
Figura 8 – Radiografias Periapicais – Caso Clínico 3.....	18
Figura 9 – Radiografias Periapicais (Controlos) – Caso Clínico 3.....	18
Figura 10 – Fotografias – Caso Clínico 4.....	19
Figura 11 – Radiografias Periapicais – Caso Clínico 4.....	19
Figura 12 – Fotografias – Caso Clínico 5.....	20
Figura 13 – Fotografias (2 anos de controlo) – Caso Clínico 5.....	20
Figura 14 – Fotografia (5 anos de controlo) – Caso Clínico 5.....	20
Figura 15 – Radiografias Periapicais – Caso Clínico 5.....	21
Figura 16 – Radiografias Periapicais (5 anos de controlo) – Caso Clínico 5.....	21

## Lista de Tabelas

Tabela I - Critérios de Inclusão e Exclusão.....	9
Tabela II - Critérios Clínicos.....	10
Tabela III - Critérios Radiográficos.....	11
Tabela IV - Registo da situação clínica inicial.....	12
Tabela V - Registo das técnicas e materiais utilizados no Tratamento de Apexificação.....	13
Tabela VI - Registo das técnicas e materiais utilizados nos procedimentos restauradores.....	13
Tabela VII - Condições Iniciais e Atuais (Consulta de controlo).....	22
Tabela VIII - Registo da reavaliação clínica e radiográfica.....	23

## Índice

<b>Sumário .....</b>	<b>I</b>
<b>Glossário .....</b>	<b>II</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>III</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>IV</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>Materiais e Métodos .....</b>	<b>9</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>15</b>
<b>Caso Clínico 1 .....</b>	<b>15</b>
<b>Caso Clínico 2.....</b>	<b>16</b>
<b>Caso Clínico 3.....</b>	<b>17</b>
<b>Caso Clínico 4.....</b>	<b>19</b>
<b>Caso Clínico 5.....</b>	<b>20</b>
<b>Discussão.....</b>	<b>24</b>
<b>Avaliação do sucesso do tratamento de apexificação.....</b>	<b>31</b>
<b>Avaliação do sucesso do tratamento restaurador.....</b>	<b>33</b>
<b>Limitações da Série de Casos.....</b>	<b>37</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>39</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>40</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>42</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>52</b>
<b>Lista de Tabelas .....</b>	<b>52</b>