

Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Mestrado Integrado em Medicina Dentária



Reabsorção radicular: influência de diferentes tipos de cimentos
endodônticos na alteração do pH da superfície radicular

Aluna: Elodie Teixeira de Almeida

Orientador: Prof. Doutor Manuel Marques Ferreira

Co-orientadora: Mestre Ana Margarida Abrantes

Coimbra, Junho 2012



Reabsorção radicular: influência de diferentes tipos de cimentos endodônticos na alteração do pH da superfície radicular

Elodie Almeida¹, Manuel Marques Ferreira², Ana Margarida Abrantes³

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

2 – Professor auxiliar da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

3 – Assistente da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Área de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Av. Bissaya Barreto, Blocos de Celas

3000-075 Coimbra

Telf: +351-239 484 183

Fax: +351-239 402 910

Resumo

A reabsorção radicular pode ser considerada tanto um evento fisiológico, envolvendo a esfoliação dos dentes decíduos, como patológico, ao resultar de trauma ou irritação do ligamento periodontal e/ou do tecido pulpar de dentes permanentes. Este fenómeno caracteriza-se pela perda progressiva ou transitória de cimento ou de cimento e dentina, devido à ação de clastos, podendo levar ao comprometimento do dente em causa. Os cimentos endodônticos desempenham um importante papel na obturação canal. Um cimento endodôntico à base de MTA (MTA Fillapex®) foi recentemente desenvolvido. Este promove a formação de tecido duro no ápex radicular e em locais de perfuração. O cimento Topseal® é um material para obturação de canais radiculares à base de resina epoxy-amina. O objetivo deste trabalho é avaliar a influência de dois cimentos endodônticos na alteração do pH da superfície radicular em casos de reabsorção radicular externa.

Materiais e Métodos: Foram recolhidos dezasseis dentes permanentes monorradiculares e armazenados em frascos com soro fisiológico. Foi seccionada a coroa de todos os dentes obtendo-se um comprimento final de 10mm. Os canais radiculares foram instrumentados pela técnica crown-down com recurso à instrumentação mecanizada (sistema ProTaper) e limas K. De modo a simular defeitos de reabsorção radicular externa, foram realizadas cavidades na face mesial da raiz a 6 mm do ápex radicular, com 0,6mm de profundidade e 1,2 mm de diâmetro. Os canais radiculares e as cavidades foram irrigados com EDTA a 15%, hipoclorito de sódio a 2.5% e água destilada. Os dentes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos: grupo P (n = 3) preenchidos com hidróxido de cálcio; grupo N (n = 3) com soro fisiológico; grupo T (n = 5) obturado com Topseal; grupo F (n = 5) obturado com MTA Fillapex. O pH foi medido nas cavidades no dia da obturação, 24 horas e uma semana depois com recurso a um microeléctrodo calibrado.

Resultados: Ao longo das medidas verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas para o MTA Fillapex. Não se observaram diferenças estatisticamente significativas para o Topseal, para o hidróxido de cálcio e para o soro fisiológico. Para todos os momentos testados não se observam diferenças entre o pH nos diferentes materiais testados.

Conclusão: Os resultados deste estudo indicam que não há diferenças estatisticamente significativas na alteração de pH provocado pelos dois cimentos endodônticos testados sobre a superfície radicular em casos de reabsorção externa.

Palavras-chave: pH, MTA Fillapex, Topseal, hidróxido de cálcio, cimentos endodônticos, reabsorção radicular.

Introdução

A reabsorção radicular consiste na perda de tecido dentário duro como resultado da atividade clástica (1, 2). Em dentes decíduos é uma resposta fisiológica normal, resultando na esfoliação dos dentes decíduos com substituição pela dentição permanente (1). No entanto, o processo de reabsorção radicular na dentição permanente tem uma base patológica. (3)

Pode ocorrer como resultado de diferentes fatores etiológicos, tais como processos inflamatórios, pressão/estimulação mecânica, lesões traumáticas, processos neoplásicos e em associação com doenças sistêmicas. As lesões de reabsorção podem também ser de origem idiopática.(3-7)

A reabsorção radicular em dentes permanentes pode ser classificada em reabsorção interna e externa (1). A reabsorção interna tem origem na polpa dentária (2, 8) enquanto a reabsorção externa começa na superfície em contacto com o ligamento periodontal. (9)

Em geral, a reabsorção radicular externa pode ser subdividida em três tipos: reabsorção de superfície, reabsorção de substituição associada a anquilose e reabsorção inflamatória.(5) Pode ainda ser progressiva ou transitória. (10)

A reabsorção de superfície ocorre quando numa superfície radicular desnudada de cimento surgem fatores de ativação dos osteoclastos que atraem os osteoclastos e cementoclastos, causando a reabsorção da superfície externa da raiz (11). Esta ocorre como resultado de um desequilíbrio, em que a atividade de reabsorção excede a de deposição. (5)

A reabsorção de substituição é observada em dentes anquilosados. Não é o resultado de um processo patológico, mas ocorre como um "erro" porque as células envolvidas na remodelação do osso não são capazes de distinguir os tecidos dentários e ósseos. Isto impede que as células reparadoras do ligamento periodontal se depositem no local da reabsorção e provoca a fusão do dente ao osso. (5, 10)

Os cimentos endodônticos desempenham um importante papel na obturação canal. Preenchem todos os espaços entre o material de núcleo e as paredes do canal radicular, de forma a eliminar espaços vazios. Considera-se como propriedades ideais de um cimento endodôntico: ser homogêneo, promover selamento adequado, ser radiopaco, não sofrer contração após endurecimento, não manchar a estrutura dentária, ser bactericida ou bacteriostático, tomar presa lentamente, ser insolúvel aos fluídos orais, bem tolerado pelos tecidos periapicais, ser biocompatível e solúvel aos solventes comuns.(12)

Todos os cimentos apresentam alguma toxicidade no momento da mistura, mas que é grandemente reduzida ao longo do tempo. A cicatrização tecidual parece não estar afetada pela maioria dos cimentos, uma vez que não se formam produtos de degradação. Embora se tenha observado uma resposta osteogênica, a habilidade dos cimentos endodônticos manterem um pH elevado ao longo do tempo tem sido questionada. (13)

Um cimento endodôntico à base de MTA (MTA Fillapex®, Angelus Soluções Odontológicas, Londrina, PR, Brasil) foi recentemente desenvolvido. De acordo com o fabricante, a sua composição após mistura é basicamente MTA (13,2%), resina silicato, resina diluente, resina natural, óxido de bismuto, sílica nanoparticulada e pigmentos.(14, 15) Apresenta alta radiopacidade, baixa solubilidade e promove a formação de tecido duro no ápex radicular e em locais de perfuração. Este cimento possui uma adesão à dentina mais elevada do que os cimentos de óxido de zinco-eugenol e uma capacidade de selar semelhante aos cimentos à base de resina epoxy.(14, 15)

O cimento Topseal® (Dentsply, Konstanz, Germany) é um material para obturação de canais radiculares de dois componentes (pasta/pasta) à base de resinas epoxy-amina, com as seguintes características: propriedades de selamento de longa duração, grande estabilidade dimensional, propriedades auto-adesivas e alta radiopacidade.(16) A sua composição inclui resina epoxy bisphenol-A e F, tungstato de cálcio, óxido de zircônio, sílica, dibenzyl diamina, amino adamantane, tricyclodecane-diamine, óxido de ferro, óleo de silicone.(12, 16)

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência de dois cimentos endodônticos na alteração do pH da superfície radicular em casos de reabsorção radicular externa.

Materiais e Métodos

Foram recolhidos dezasseis dentes humanos permanentes monorradiculares e armazenados em frascos com soro fisiológico (0,9% NaCl) a 4°C, até à sua utilização e entre as manipulações. Com o auxílio de curetas periodontais foram removidos da superfície radicular todos os restos do ligamento periodontal. Foram realizadas radiografias em sentido vestibulo-lingual (VL) e méso-distal (MD) para confirmar a presença de um único canal. Foi seccionada a coroa de todos os dentes, utilizando

discos de carborundo acoplados a uma peça de mão, obtendo-se um comprimento final de 10mm a partir do ápex. A odontometria de trabalho estabelecida foi de 9mm. Os canais radiculares foram instrumentados pela técnica crown-down com recurso à instrumentação mecanizada segundo o sistema ProTaper (limas S1, S2, F1, F2 e F3) e com limas K, sendo a lima apical mestre 40. Os canais foram irrigados entre a utilização de cada lima com hipoclorito de sódio a 2.5%.

De modo a simular defeitos de reabsorção radicular externa, foram realizadas cavidades na face mesial da raiz, com recurso a uma broca esférica diamantada com 1,2mm de diâmetro montada em turbina, a 6 mm do ápex radicular, criando cavidades com 0,6mm de profundidade e 1,2 mm de diâmetro. As superfícies radiculares foram irrigadas com hipoclorito de sódio a 2.5%. Os canais radiculares e as cavidades foram irrigados com EDTA a 15%, seguida de hipoclorito de sódio a 2.5% de modo a remover a *smear layer* e seguidamente irrigadas com água destilada.

Os dentes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos: grupo P (n = 3) em que os canais foram preenchidos com hidróxido de cálcio - CalciCur (VOCO, Cuxhaven, Germany) (controlo positivo); grupo N (n = 3) em que os canais foram preenchidos com soro fisiológico (controlo negativo); grupo T (n = 5) em que os canais foram obturados com TopSeal e grupo F (n = 5) em que os canais foram obturados com MTAFillapex. Antes da obturação, os canais radiculares foram secos com cones de papel. A mistura dos cimentos endodônticos foi realizada de acordo com as indicações dos fabricantes e a sua colocação e do hidróxido de cálcio foi feita com recurso a um lentulo manual. O acesso coronário foi selado com Cavit™ G (ESPE, Seefeld, Germany) e a porção apical com cera colante.

Antes da medição do pH, os dentes foram lavados com água destilada e secos com papel. Colocaram-se 2 µl de água destilada nas cavidades. O pH foi medido nas cavidades no dia da obturação, 24 horas e uma semana depois. Para tal, foi utilizado um microeléctrodo calibrado.

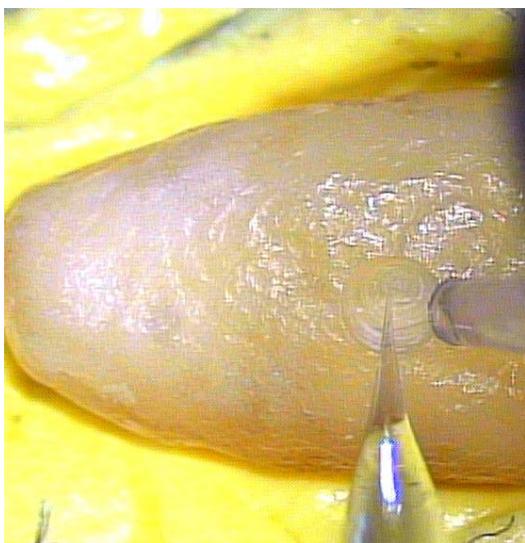


Figura 2 - Colocação dos elétrodos para medição do pH nas cavidades radiculares

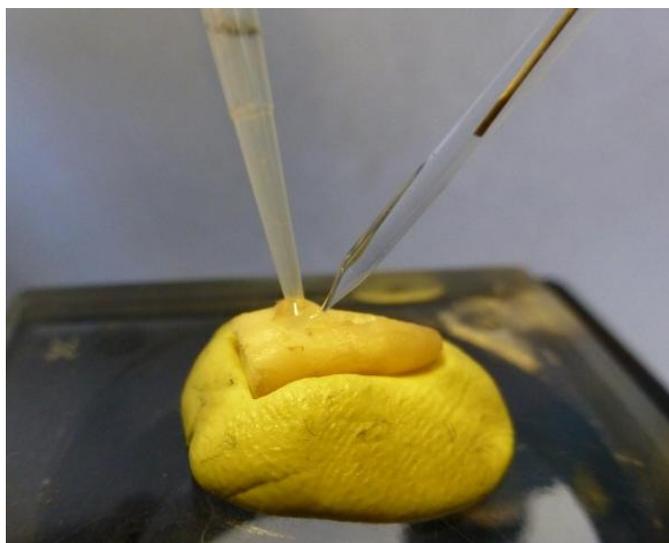


Figura 1 - Medição do pH, com recurso a um microelétrodo, na cavidade preparada na superfície radicular.

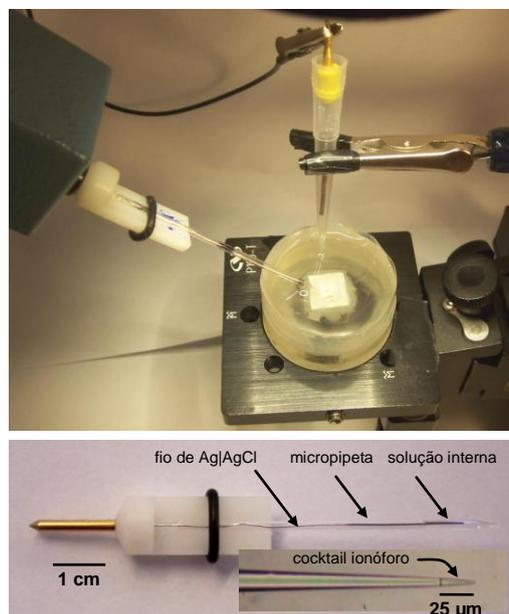


Figura 3 - Célula e microelétrodo usados nas medições potenciométricas e resposta de cada microelétrodo usando soluções padrão do respetivo ião

Os microelétrodos para medições potenciométricas do pH foram produzidos no laboratório numa sucessão de passos. Primeiro produziram-se micropipetas a partir de tubos de vidro borossilicato com um traccionador P97 (Sutter Instruments Inc, EUA). Os tubos têm um diâmetro externo de 1,5 mm e a ponta das micropipetas produzidas têm um diâmetro de 2 micrómetros. As micropipetas foram introduzidas numa estufa a 200 °C durante duas horas na presença de um composto silano a fim de se obter uma superfície de vidro hidrofóbica. Com a ajuda de uma seringa introduziu-se a solução interna. Um cocktail comercial (Fluka 95293) contendo um ionóforo sensível ao pH foi introduzido na ponta do microeléctrodo, numa coluna com 20 a 30 micrómetros de comprimento, com a assistência de um microscópio óptico. O microeléctrodo fica pronto a utilizar com a introdução de um fio de Ag|AgCl que está ligado a um suporte de Teflon o qual fixa mecanicamente a micropipeta e fornece o contacto eléctrico com o sistema de medida. O eléctrodo de referência usado foi feito no laboratório e consistiu em Ag|AgCl, NaCl 0,005 M com uma ponte salina de gel agar-agar a 3% com NaCl 0,005 M. Os microelétrodos foram montados no sistema SVET produzido pela Applicable Electronics Inc (USA), ligados a um amplificador IPA2 (com impedância de entrada $> 10^{15} \Omega$) e todo o trabalho foi controlado pelo programa ASET desenvolvido pela empresa Science Wares (USA) (Figura 3). Os microelétrodos foram calibrados antes e depois das medições usando padrões comerciais. (17)

A alteração do pH foi avaliada por intermédio de 5 ensaios distintos para dois cimentos endodônticos (MTA Fillapex e Topseal). Fizeram-se três medidas suplementares com duas substâncias (hidróxido de cálcio e soro fisiológico) como medidas de controlo. As medidas foram repetidas em três momentos: momento inicial, ao fim de 24 horas e ao fim de uma semana.

Uma vez que o número de ensaios (5) efetuados foi reduzido optou-se por utilizar testes não paramétricos. Para avaliar a variação do pH ao longo do tempo para cada uma das substâncias utilizou-se o teste de Friedman., e para avaliar diferenças entre os grupos em cada um dos momentos optou-se pelo teste de Kruskal-Wallis.

Resultados

O gráfico 1 mostra as médias do pH ao longo do tempo para os diferentes grupos.

Ao longo das medidas verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas para o MTA Fillapex (Friedman; $\chi^2(2)=8.40$; $p = 0.015$). Realizando testes entre pares de variáveis observam-se diferenças estatisticamente significativas entre o

momento inicial e o 1º dia (Wilcoxon, $Z = -2.023$; $p = 0.043$) e entre o momento inicial e 1ª semana (Wilcoxon, $Z = -2.023$; $p = 0.043$). Não se observam diferenças estatisticamente significativas entre o 1º dia e a 1ª semana (Wilcoxon, $Z = -0.944$; $p = 0.345$). Neste grupo verifica-se um aumento do valor de pH ao longo do tempo, isto é, o pH aumenta entre o momento inicial e o 1º dia e entre o 1º dia e a 1ª semana.

Não se observam diferenças estatisticamente significativas para o Topseal (Friedman; $\chi^2(2)=1.60$; $p = 0.449$), para o hidróxido de cálcio (Friedman; $\chi^2(2)=0.667$; $p = 0.717$) e para o soro fisiológico (Friedman; $\chi^2(2)=4.667$; $p = 0.097$).

No grupo com Topseal verifica-se um aumento de pH entre o momento inicial e o 1º dia e uma diminuição do valor de pH entre o 1º dia e a 1ª semana.

O valor de pH, no grupo com hidróxido de cálcio, aumentou entre o momento inicial e o 1º dia e embora mais ligeiramente também aumentou entre o 1º dia e a 1ª semana.

Nos dentes preenchidos com soro fisiológico observa-se um aumento de pH entre o momento inicial e o 1º dia e uma ligeira diminuição entre o 1º dia e a 1ª semana.

Para todos os momentos testados (inicial, 1º dia e 1ª semana) não se observam diferenças entre o pH nos diferentes materiais testados (inicial – Kruskal-Wallis; $\chi^2(3)=3.716$; $p=0.294$. 1º dia – Kruskal-Wallis; $\chi^2(3)=3.029$; $p=0.387$. 1ª semana – Kruskal-Wallis; $\chi^2(3)=5.365$; $p=0.147$).

O grupo de dentes obturados com Topseal apresenta um pH mais elevado do que o grupo obturado com MTA Fillapex no momento inicial e no 1º dia. Ao fim da 1ª semana o grupo com MTA Fillapex apresenta um pH mais elevado.

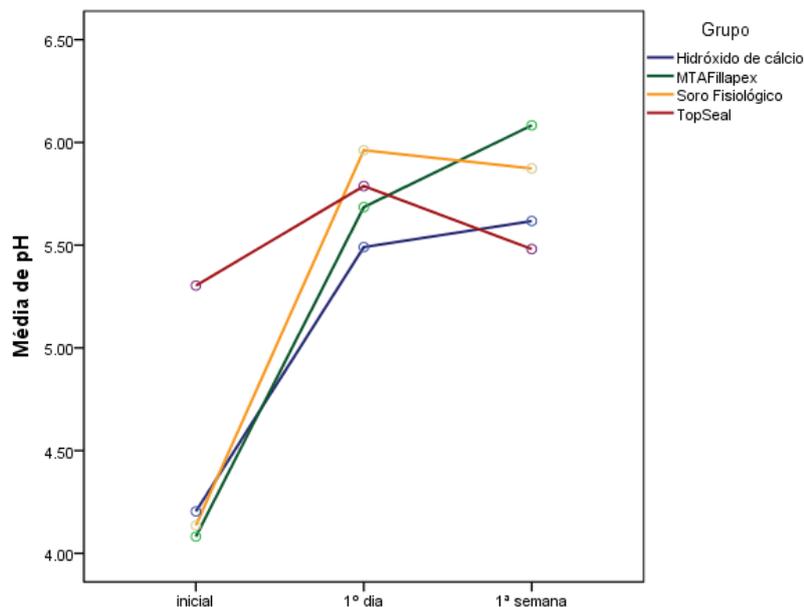


Gráfico 1 - Médias do pH ao longo do tempo para os diferentes grupos

Discussão

A preparação biomecânica dos canais radiculares reduz significativamente o número de bactérias. No entanto, alguns microrganismos podem persistir em áreas inacessíveis à instrumentação tornando-se, portanto, essencial a utilização de um material obturador que favoreça a redução do número de bactérias ou a sua inativação. (18, 19)

Idealmente, o material para obturação canalar deve apresentar um pH alcalino e libertar cálcio para estimular a mineralização dos tecidos e para ter atividade antimicrobiana. Estas propriedades assumem uma particular importância em casos de reabsorção radicular.

O hidróxido de cálcio foi introduzido em endodontia em 1920 por Hermann (19). Tem sido usado como medicação intracanal devido às suas propriedades biológicas que incluem: 1) atividade antibacteriana, uma vez que provoca a inibição de enzimas bacterianas ao nível da membrana citoplasmática (20, 21); 2) capacidade de dissolver

tecido orgânico e 3) indução da formação de tecido duro uma vez que inibe a atividade osteoclástica e promove a ativação da fosfatase alcalina. Estas propriedades devem-se à difusão de íons hidroxilo, o que permite a manutenção de um pH alcalino. (19-25)

A indução de um pH alcalino em defeitos simulados de reabsorção externa em dentes extraídos e preenchidos com hidróxido de cálcio tem sido demonstrado em diversos estudos. Heward e Sedgley (23) compararam o efeito da colocação intracanal de MTA e de hidróxido de cálcio na difusão de íons hidroxilo através da dentina pela medição do pH em defeitos de reabsorção radicular externa simulados em dentes humanos. Verificou que o pH do grupo com hidróxido de cálcio apresentava um pico às 2 semanas (pH 8.84) e uma diminuição significativa ao fim de 4 semanas para um pH de 7.90, o que suporta a recomendação de substituição do hidróxido de cálcio ao fim de 4 semanas. (22, 23)

Um outro estudo, elaborado por Pérez *et al.* (20), mostra que o pH da dentina é influenciado pelo tipo de hidróxido de cálcio utilizado, onde é colocado e durante quanto tempo. Este estudo refere que uma suspensão aquosa permite uma maior eficiência na libertação de íons hidroxilo.

Contrariamente ao esperado, e apesar de apresentar um aumento de pH ao longo do tempo, o hidróxido de cálcio apresenta um pH ácido, bem como todos os materiais testados. Uma explicação para os resultados obtidos poderá estar relacionada com a obturação. Para uma efetividade máxima, o canal deve ser preenchido de forma homogênea até à odontometria de trabalho. Num estudo de Chamberlain *et al.* (22) demonstraram que o pH das cavidades aumentou significativamente quando os canais eram completamente preenchidos com hidróxido de cálcio. A correta colocação do hidróxido de cálcio é assim um desafio para o profissional. Um outro aspeto que influencia a eficiência do hidróxido de cálcio é a temperatura. Segundo Cohen (13), à temperatura corporal, menos de 0,2% do hidróxido de cálcio é dissociado em íons cálcio e hidroxilo. Os dentes foram conservados a 4°C e a sua manipulação foi realizada à temperatura ambiente.

Embora os fabricantes afirmem que o hidróxido de cálcio produz *in situ* um pH de 12.6 quase imediato (26), a difusão dos íons hidroxilo através da dentina não ocorre imediatamente mas aumenta gradualmente e atinge um máximo após 14 dias (20). No presente estudo apenas se realizaram medições de pH até uma semana após a obturação dos canais radiculares. Portanto, não foi possível observar o pico máximo de pH que se verifica ao fim de 2 semanas. No entanto, verificou-se que o valor de pH do hidróxido de cálcio foi aumentando ao longo da primeira semana.

Segundo Tsesis *et al.* (4), não se observa um aumento significativo de pH até vários dias após a aplicação de hidróxido de cálcio no interior do canal radicular. Neste estudo, após a ativação eletroforética do hidróxido de cálcio verificou-se um imediato e significativo aumento de pH. Este aumento não pode ser detetado em qualquer outro caso sem estimulação eletroforética uma vez que esta estimulação favorece a taxa de dissociação do hidróxido de cálcio, aumentando a concentração de iões hidroxilo e facilitando a sua difusão nos túbulos dentinários. Por outro lado, a estimulação eletroforética pode alterar a carga elétrica da dentina permitindo uma rápida penetração dos iões hidroxilo nos túbulos dentinários.

Nerwich *et al.* (19) aferiu que a difusão dos iões é mais rápida na dentina da região cervical do que apical. Isto deve-se ao facto da dentina apical ser menos permeável, possuir um menor número de túbulos dentinários e estes serem de menor diâmetro. (22)

A difusão dos iões hidroxilo através da dentina pode ser explicada pela permeabilidade da dentina bem como pela interação da dentina com estes iões. A permeabilidade da dentina é determinada em larga escala pela anatomia tubular (densidade, diâmetro, comprimento) mas também pelas características do soluto como, por exemplo, tamanho e carga. Os iões hidroxilo podem também ser afetados por adsorção e pela carga da dentina.(19)

É importante ter em consideração como os mecanismos de difusão afetam a passagem de iões hidroxilo através da dentina. Inicialmente, como os iões difundem para a dentina circumpulpar, a permeabilidade da dentina é o fator primordial para a difusão uma vez que não existe estrutura suficiente de dentina para reter ou adsorver os iões. À medida que a estrutura de dentina aumenta, o diâmetro (cada vez mais diminuído) dos túbulos dentinários assume um papel cada vez mais importante para que os iões hidroxilo continuem a difundir pela dentina. Eventualmente, após 2 a 3 semanas da colocação do hidróxido de cálcio, toda a espessura da dentina está saturada com iões hidroxilo. É, portanto, a permeabilidade da dentina que dita a difusão final de iões hidroxilo.(19)

Os túbulos dentinários irradiam a partir da parede do canal radicular em direção à superfície radicular logo, a densidade de túbulos diminui à medida que aumenta a distância ao canal radicular. Sabe-se que a concentração de soluto dissipa-se com a distância, existindo menos iões de hidroxilo a alcançar a dentina à superfície da raiz quanto maior for a espessura da dentina (19, 25). Tsesis *et al.* (4) mostrou que o pH das cavidades em dentes com hidróxido de cálcio é inversamente proporcional à espessura da dentina. Esta variável é muito difícil de controlar pois a distância entre a

superfície radicular e o canal radicular difere entre dentes recolhidos de diferentes pacientes (4, 23). Um outro aspeto que poderá influenciar os resultados prende-se com a profundidade da cavidade realizadas na superfície radicular e consequentemente a distância à parede do canal radicular. Na tentativa de minimizar esta variável, para a preparação das cavidades na superfície externa da raiz recorreu-se ao microscópio para assegurar que apresentavam as mesmas dimensões.

Um estudo de Ardesna *et al.* (27) mostra que quando o cimento está presente na superfície radicular o pH não sofre qualquer alteração, mas em áreas de reabsorção radicular (em que o cimento não está presente) o pH da dentina da superfície radicular aumenta.

A difusão do material colocado no interior do canal radicular a nível apical pode ser negativamente afetada uma vez que é nesta zona que se acumula uma maior quantidade de smear layer. Embora a evidência sobre a efetividade da remoção da smear layer facilitar a difusão dos iões hidróxido seja contraditória, esta foi removida das cavidades preparadas na superfície radicular para facilitar a difusão através da dentina (25, 28). Zamprônio *et al.* (24) elaborou um estudo em que avaliou alterações de pH em dentes obturados com hidróxido de cálcio após instrumentação manual ou ultrassónica e remoção da smear layer com EDTA ou ultrassons. Verificou que usando ultrassons para remoção da smear layer pode alcançar-se um pH mais elevado ao nível da dentina. Talvez no presente estudo se tivesse beneficiado da utilização de ultrassons, em vez de ter apenas utilizado EDTA na remoção da smear layer. Poderia ter facilitado a difusão de uma maior quantidade de iões hidróxido, obtendo-se deste modo, um pH mais elevado.

O agregado trióxido mineral (MTA) apresenta uma excelente biocompatibilidade e uma capacidade de indução da formação de tecido mineralizado sendo indicado em casos de perfuração radicular e apexificação (6, 8, 29). Novos materiais endodônticos têm sido desenvolvidos com base nas propriedades físicas e químicas do MTA, numa tentativa de desenvolver um cimento endodôntico biocompatível e com propriedades físicas, químicas e mecânicas ideais (30). Embora o MTA apresente vantagens relativamente a outros materiais, a obturação de canais radiculares com MTA requer tempo e muita prática, estando o Médico Dentista sujeito a uma curva de aprendizagem de modo a tornar a sua aplicação mais fácil ao longo do tempo. A textura granulada deste material pode tornar um desafio a sua manipulação e o preenchimento dos canais radiculares dependendo do caso em questão e da experiência do operador. Com o objetivo de melhorar as características do MTA, têm

sido sugeridas modificações na sua formulação original. É neste sentido que surgem os cimentos endodônticos à base de MTA. (31)

As excelentes propriedades biológicas do MTA são atribuídas ao seu pH alcalino e à capacidade de libertar iões de cálcio. A bioatividade de um cimento endodôntico pode incluir a capacidade de libertar iões de cálcio e manter um pH elevado durante um longo período de tempo. (31)

Heward e Sedgley (23) observaram que o grupo de dentes obturados com MTA e o grupo com hidróxido de cálcio diferiam no efeito que provocam sobre o pH medido em cavidades efetuadas com o objetivo de simular defeitos de reabsorção radicular. Ao fim de 4 semanas o grupo com MTA apresentava um pH mais elevado do que o grupo com hidróxido de cálcio. Apesar do presente estudo testar MTA Fillapex em vez de MTA e os valores de pH serem mais baixos, também se verifica que o pH deste cimento é mais elevado do que o do hidróxido de cálcio.

Kuga *et al.* (14) estudou a libertação de iões hidrogénio e cálcio do MTA Fillapex e de outras formulações à base de MTA. Observou que todos os materiais apresentam um pH alcalino, embora os valores de pH do MTA Fillapex sejam significativamente menores que o MTA cinzento e branco. Afirma ainda que, o pH do MTA e do MTA Fillapex eram diferentes porque o MTA Fillapex possui resina na sua composição o que, conseqüentemente, reduz a alcalinização.

O Topseal foi avaliado neste estudo porque apresenta excelentes propriedades físicas e mecânicas como cimento endodôntico, o que permite estabelecer um parâmetro de comparação. Existem poucos estudos que avaliem alterações de pH em cimentos endodônticos à base de resina epoxy. Um estudo de Massi *et al.* (31) comparou o pH, tempo de presa e libertação de iões cálcio de um cimento endodôntico à base de MTA com MTA branco, cimentos de Portland e um cimento à base de resina epoxy (AH Plus que apresenta uma composição semelhante ao Topseal). Observou-se que o cimento à base de MTA apresentou sempre valores de pH mais elevados do que o AH Plus (ao fim de 6 horas o pH era de 5.77; ao fim de 24h o pH era de 5.88; e ao fim de uma semana o pH era de 4.97). Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com estes, excepto no momento inicial em que o Topseal apresentou um valor de pH mais elevado do que o MTA Fillapex.

Em nenhum outro estudo foram utilizados microelétrodos semelhantes aos utilizados neste estudo. Em todos eles, foram utilizados microelétrodos cujo elétrodo de referência e o elétrodo seletivo se encontravam juntos. As características e propriedades do microelétrodo utilizado no presente estudo poderão ser as principais responsáveis pelos resultados obtidos.

A técnica SVET, utilizada neste estudo, mede diferenças de potencial em solução. Numa solução em repouso não há diferenças de potencial significativas pois a solução está numa situação de eletroneutralidade. (17)

Contudo, se tiverem lugar reações eletroquímicas, formam-se fluxos iônicos resultantes dessas reações, os quais originam diferenças de potencial em solução que podem ser medidos pela SVET. Esta técnica fornece o balanço entre o fluxo de cargas positivas e negativas em cada ponto de medição mas nada diz sobre a identidade dos iões presentes. Espécies não carregadas também não são detetadas. A potenciometria e a amperometria com elétrodos miniaturizados oferecem informação qualitativa e quantitativa quanto à natureza das espécies presentes e quanto à sua distribuição espacial. (17)

A execução experimental é idêntica a qualquer determinação potenciométrica convencional, com um microeléctrodo seletivo (eléctrodo sensível ao ião de interesse) ligado a um eléctrodo de referência através de um voltímetro de elevada impedância. O sistema de medição terá de estar acoplado a um sistema de posicionamento computadorizado capaz de registar para cada ponto de medição a posição da sonda e a diferença de potencial medida. A relação entre essa diferença de potencial e a concentração ou a atividade do ião de interesse é obtida através de uma curva de calibração com soluções padrão. A relação entre a diferença de potencial e a atividade do ião é ainda dada pela equação de Nikolsky-Eisenman que não é mais do que a equação de Nernst contabilizando a influência de possíveis interferentes. (17)

A colocação dos elétrodos nas cavidades radiculares pode influenciar a leitura dos valores de pH. Quanto mais próximo do fundo da cavidade for colocado o microeléctrodo mais variações de pH são possíveis detetar. No entanto, este passo foi difícil de realizar dada a espessura de 2 micrómetros na ponta do microeléctrodo, o que o torna frágil e aumenta o risco de fratura. Também a distância entre os 2 elétrodos (eléctrodo de referência e microeléctrodo seletivo) influencia os resultados, uma vez que quanto mais distantes menores variações de pH se vão observar. A colocação de água destilada nas cavidades realizadas na superfície radicular permite que os dois elétrodos estejam em contacto e deste modo sejam detetadas diferenças de potencial e consequentemente variações no pH. Durante a execução do procedimento laboratorial verificou-se que ao fim de 3 minutos não se conseguia obter um valor de pH estabilizado, ocorriam variações bruscas nos valores detetados pelos microeléctrodos. Isto poderá estar relacionado com a evaporação da água destilada do interior da cavidade preparada na superfície radicular. Colocou-se 2 µl de água destilada nas cavidades da superfície radicular de acordo com o estudo de Heward e

Sedgley (23), cujas cavidades preparadas tinham aproximadamente as mesmas dimensões. Os resultados obtidos na medição inicial de pH, nos grupos com hidróxido de cálcio, soro fisiológico e MTA Fillapex, podem ser justificados por uma má calibração do microelctrodo. Sabe-se que o pH do soro fisiológico é cerca de 5,7 e esperava-se que não ocorressem alterações do valor de pH ao longo do tempo no grupo de controlo negativo. No entanto, no momento inicial obteve-se um pH de 4,1 aproximadamente, o que só pode ser explicado por uma má calibração do microelctrodo dado que, o fator que poderia influenciar o pH seria a água destilada cujo pH também é conhecido (≈ 7).

Conclusão

Os resultados deste estudo indicam que não há diferenças estatisticamente significativas na alteração de pH provocada pelos dois cimentos endodônticos testados sobre a superfície radicular em casos de reabsorção externa. Verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas para o MTA Fillapex (entre o momento inicial e o 1º dia; e entre o momento inicial e a 1ª semana), apresentando este material um aumento de pH ao longo do tempo.

Mais estudos são necessários para testar as propriedades destes materiais e para determinar se podem consistir em opções de tratamento em casos de reabsorções radiculares externa.

Teria sido também interessante avaliar a libertação de cálcio por parte destes cimentos endodônticos uma vez que é um fator determinante para a capacidade de induzir a mineralização dos tecidos.

Agradecimentos

O autor agradece ao Sr. Prof. Doutor Manuel Marques Ferreira pelo acompanhamento do trabalho, pela disponibilidade e pelos conhecimentos transmitidos.

À Núria Simões pela ajuda no procedimento laboratorial.

Ao Sr. Doutor Alexandre Bastos pela disponibilidade e ajuda na análise do pH.

Ao Sr. Prof. Doutor Francisco José Caramelo pela análise estatística.

Bibliografia

1. Patel S, Ricucci D, Durak C, Tay F. Internal Root Resorption: A Review. *Journal of Endodontics*. 2010;36(7):1107-21.
2. Gabor C, Tam E, Shen Y, Haapasalo M. Prevalence of Internal Inflammatory Root Resorption. *Journal of Endodontics*. 2012;38(1):24-7.
3. Armas JM, Savarrio L, Brocklebank LM. External apical root resorption: two case reports. *International endodontic journal*. 2008;41(11):997-1004.
4. Tsisis I, Lin S, Weiss EI, Fuss Z. Dentinal pH changes following electrophoretically activated calcium hydroxide ions in the root canal space of bovine teeth. *Dental Traumatology*. 2005;21(3):146-9.
5. Idiopathic External Root Resorption: A Case Study. *Columbia University School of Dental & Oral Surgery*; 2010. p. 20-3.
6. Pace R, Giuliani V, Pagavino G. Mineral trioxide aggregate in the treatment of external invasive resorption: a case report. *International endodontic journal*. 2008;41(3):258-66.
7. de Azevedo Vaz SL, Vasconcelos TV, Neves FS, de Freitas DQ, Haiter-Neto F. Influence of Cone-Beam Computed Tomography Enhancement Filters on Diagnosis of Simulated External Root Resorption. *Journal of Endodontics*. 2012;38(3):305-8.
8. Meire M, De Moor R. Mineral Trioxide Aggregate Repair of a Perforating Internal Resorption in a Mandibular Molar. *Journal of Endodontics*. 2008;34(2):220-3.
9. Fuss Z, Tsisis I, Lin S. Root resorption – diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dental Traumatology*. 2003;19(4):175-82.
10. Sikri VK. ROOT RESORPTION - AN ENIGMA. *Indian Journal of Comprehensive Dental Care (IJCDC)*. 2011;1(1):15-8.
11. Olivieri JG, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Pérez N, Roig M. Treatment of a Perforating Inflammatory External Root Resorption with Mineral Trioxide Aggregate and Histologic Examination after Extraction. *Journal of Endodontics*. 2012.
12. Chang MC, Lin LD, Chen YJ, Tsai YL, Cheng YA, Kuo CS, et al. Comparative cytotoxicity of five root canal sealers on cultured human periodontal ligament fibroblasts. *International endodontic journal*. 2010;43(3):251-7.
13. Cohen KMHS. *Cohen's Pathways of the pulp*. tenth edition ed2011.

14. Kuga MC, de Campos EA, Viscardi PH, Carrilho PZ, Xavier FC, Silvestre NP. Hydrogen ion and calcium releasing of MTA fillapex and mTA-based formulations. *RSBO: Revista Sul-Brasileira de Odontologia*. 2011;8(3):271-6.
15. Sagsen B, Ustün Y, Demirbuga S, Pala K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *International endodontic journal*. 2011;44(12):1088-91.
16. Koulaouzidou EA, Papazisis KT, Beltes P, Geromichalos GD, Kortsaris AH. Cytotoxicity of three resin-based root canal sealers: an in vitro evaluation. *Endodontics & Dental Traumatology*. 1998;14(4):182-5.
17. Bastos AC, Karavai OV, Lamaka SV, Zheludkevich ML, Ferreira MGS. Micro-Sensores Potenciométricos e Amperométricos para o Estudo da Corrosão. *Corrosão e Protecção de Materiais*. 2009;28:42-7.
18. Al-Shwaimi E. EVALUATION OF ANTIMICROBIAL EFFECT OF ROOT CANAL SEALERS. *Pakistan Oral & Dental Journal*. 2011;31(2):432-5.
19. Nerwich A, Figdor D, Messer HH. pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod*. 1993;19(6):302-6. Epub 1993/06/01.
20. Pérez F, Franchi M, Péli JF. Effect of calcium hydroxide form and placement on root dentine pH. *International endodontic journal*. 2001;34(6):417-23.
21. Hammarstrum T, Biomiöf L, Feiglin B, Lindskog S. Effect of calcium hydroxide treatment on periodontal repair and root resorption. *Endodontics & Dental Traumatology*. 1986;2(5):184-9.
22. Chamberlain TM, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. pH changes in external root surface cavities after calcium hydroxide is placed at 1, 3 and 5 mm short of the radiographic apex. *Dental Traumatology*. 2009;25(5):470-4.
23. Heward S, Sedgley CM. Effects of Intracanal Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide During Four Weeks on pH Changes in Simulated Root Surface Resorption Defects: An In Vitro Study Using Matched Pairs of Human Teeth. *Journal of Endodontics*. 2011;37(1):40-4.
24. Zampronio CF, Sivieri-Araújo G, Bonetti-Filho I, Berbert FLCV. pH changes after manual or ultrasonic instrumentation and smear layer removal with EDTA or ultrasonic. *Dental Traumatology*. 2008;24(5):542-5.
25. Hansen SW, Marshall JG, Sedgley CM. Comparison of Intracanal EndoSequence Root Repair Material and ProRoot MTA to Induce pH Changes in

Simulated Root Resorption Defects over 4 Weeks in Matched Pairs of Human Teeth. *Journal of Endodontics*. 2011;37(4):502-6.

26. Andreasen JO, Jensen L, Christensen SSA. Relationship between calcium hydroxide pH levels in the root canals and periodontal healing after replantation of avulsed teeth. *Endodontic Topics*. 2006;14(1):93-101.

27. Ardeshtna SM, Qualtrough AJE, Worthington HV. An in vitro comparison of pH changes in root dentine following canal dressing with calcium hydroxide points and a conventional calcium hydroxide paste. *International endodontic journal*. 2002;35(3):239-44.

28. Staehle HJ, Spiess V, Heinecke A, Müller HP. Effect of root canal filling materials containing calcium hydroxide on the alkalinity of root dentin. *Endodontics & Dental Traumatology*. 1995;11(4):163-8.

29. Reyes-Carmona JF, Santos ARS, Figueiredo CP, Felipe MS, Felipe WT, Cordeiro MM. In Vivo Host Interactions with Mineral Trioxide Aggregate and Calcium Hydroxide: Inflammatory Molecular Signaling Assessment. *Journal of Endodontics*. 2011;37(9):1225-35.

30. Santos AD, Moraes JCS, Araújo EB, Yukimitu K, Valério Filho WV. Physico-chemical properties of MTA and a novel experimental cement. *International endodontic journal*. 2005;38(7):443-7.

31. Massi S, Tanomaru-Filho M, Silva GF, Duarte MAH, Grizzo LT, Rabelo Buzalaf MA, et al. pH, Calcium Ion Release, and Setting Time of an Experimental Mineral Trioxide Aggregate-based Root Canal Sealer. *Journal of Endodontics*. 2011;37(6):844-6.

