

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. DENTINA

A dentina é recoberta pelo esmalte na superfície coronária e pelo cemento na superfície radicular (**Figura 1**). Ela é um tecido conjuntivo calcificado que possui milhares de canalículos por milímetro quadrado (**Figura 2**). A estimativa da densidade canalicular varia de 40 mil a 70 mil canalículos por milímetro quadrado, dependendo da distância que se encontra em relação à polpa. Os canalículos têm cerca de 1 micrômetro de diâmetro na parte periférica da dentina e cerca de 3 micrômetros na superfície pulpar da dentina. Os canalículos contêm uma espécie de fluido extracelular que cumulativamente representa uma fração significativa do volume total da dentina (20 a 30%) [11].

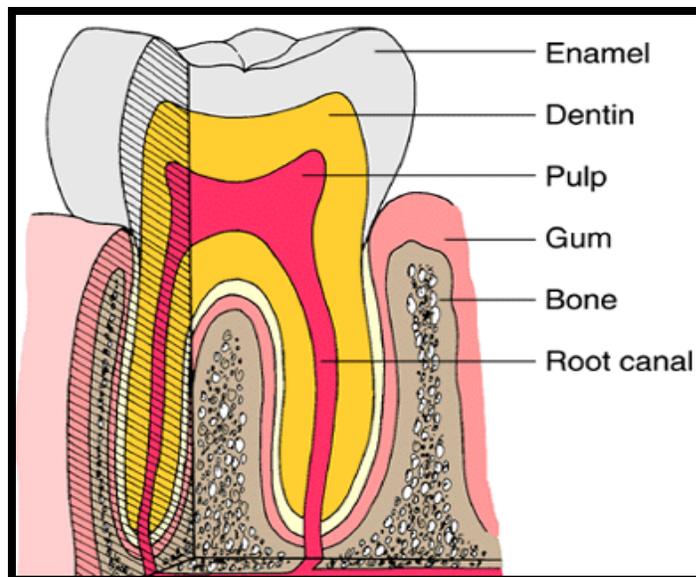


Figura 1: Estruturas que compõem o dente

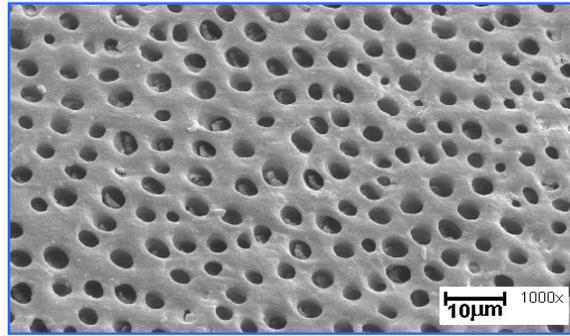


Figura 2: Canaliculos Dentinários

Diferente do esmalte, a dentina é um tecido vital capaz de produzir reações a estímulos externos. Ela é altamente hidratada, e a maioria dessa água está localizada nos túbulos dentinários, os chamados fluidos dentinários. Em função normal, a composição do fluido dentinário é controlada pelos odontoblastos, que são células presentes no dente que produzem substâncias intercelulares (colágeno, proteínas, etc). Cada odontoblasto tem um prolongamento que se estende em um túbulo dentinário, que é o maior caminho para a difusão de fluidos através da dentina. Essa difusão é influenciada pela permeabilidade dentinária [12].

Entretanto, seguido de um distúrbio como a doença cárie, atrição, ou procedimentos restauradores, essa dentina pode ser fechada, não permitindo a presença de fluidos ou substâncias da cavidade pulpar [13].

Os prolongamentos dos odontoblastos foram considerados como um fator contribuindo para a oclusão intratubular, reduzindo a permeabilidade da dentina [9].

3.2. PERMEABILIDADE DENTINÁRIA

Diversos estudos foram conduzidos no que diz respeito à permeabilidade da dentina. A penetração e os efeitos subseqüentes dos agentes terapêuticos, aplicados diretamente na dentina exposta, mostraram ser dependentes do número e do diâmetro dos túbulos dentinários. Assim, o conhecimento detalhado sobre estas estruturas é essencial a fim de compreender a permeabilidade deste tecido, e conseqüentemente a eficácia dos medicamentos intracanal e dos cimentos obturadores endodônticos usados atualmente [14].

Os preparos endodônticos também podem induzir mudanças na permeabilidade da dentina radicular. Análises microscópicas das paredes do canal foram feitas para permitir correlações da permeabilidade e da quantidade de superfície coberta com a camada de “smear layer” ou os restos orgânicos. Havia uma relação inversa entre as variações na permeabilidade da dentina e a presença da “smear layer”. Esta correlação era variável de acordo com as técnicas usadas. A espessura da dentina é um fator significativo em influenciar tanto a permeabilidade radicular quanto a camada de “smear layer” [15].

Os problemas na permeabilidade da dentina radicular humana são muito importantes para o fisiopatologista e para a terapia. Embora muitas experiências *in vitro* e *in vivo* tenham sido realizadas usando a dentina coronária, tem havido pouco interesse em dentina radicular e os efeitos de várias terapias endodônticas na permeabilidade radicular. Entretanto, as modificações na permeabilidade radicular têm um papel importante na terapia. Pashley *et al* foram os primeiros a considerar o efeito da preparação da cavidade nas variações da permeabilidade da dentina coronária, usando métodos de difusão e filtração. Em 1984, eles melhoraram o protocolo introduzindo o efeito das pulpectomias. Mostraram um aumento na permeabilidade da dentina durante as primeiras 5h após a pulpectomia, mas usaram a dentina coronária nesta experiência. Em 1990, Fogel e Pashley demonstraram pela primeira vez o efeito dos instrumentos endodônticos na permeabilidade de discos de dentina e as variações causadas pela instrumentação manual e pelo uso do NaOCl. Tao *et al* conduziram uma experiência similar, mas em dentes intactos, estabelecendo a forte correlação entre permeabilidade e espessura da dentina[13].

Exames microscópios de canais radiculares mostram que são sistemas complexos e irregulares, com muitos canais laterais, canais acessórios e ramificações. Além disso, numerosos túbulos dentinários se abrem em direção à superfície do canal radicular. Quando a polpa dentária sofre alterações patológicas, causada por trauma ou invasão cariiosa, o sistema de canais radiculares torna-se sensível à infecção por várias espécies bacterianas, com suas toxinas e seus subprodutos. Os microorganismos presentes no canal radicular, não só invadem as irregularidades anatômicas do sistema de canais radiculares, mas também invadem os túbulos dentinários e podem reinfecá-los se eles permanecerem viáveis e acessíveis após inadequado tratamento endodôntico [16].

O íon Cálcio, presente nos cristais de hidroxiapatita, é um dos principais elementos inorgânicos da dentina. Alguns produtos químicos utilizados para irrigação endodôntica são capazes de provocar alterações na composição química da dentina. Qualquer mudança na fração de cálcio pode alterar a proporção original de componentes inorgânicos, que por sua vez altera a microdureza, as características da dentina, a solubilidade, e conseqüentemente a permeabilidade dentinária. Pode também afetar negativamente a capacidade de aderência de materiais como cimentos a base de resina à dentina do canal radicular [17].

3.3. SMEAR LAYER

Essencialmente, a “smear layer” é uma camada de material lamacento, de estrutura não homogênea, fracamente aderido às paredes do canal radicular [18]

Durante o tratamento de canal, microplaquetas de dentina, criadas pela ação de instrumentos endodônticos, formam uma camada que adere às paredes do canal. Sabe-se que essa camada pode abrigar bactérias, o que impede a desinfecção do canal. Além disso, estudos demonstraram que a remoção desta camada promove a permeabilidade da dentina, melhorando a difusão e a ação de medicamentos no interior do canal, permitindo e produzindo uma penetração maior de materiais obturadores em canais laterais e em túbulos dentinários [18].

A “smear layer” possui uma aparência granular irregular quando vista ao MEV, com partículas medindo de 0,5 a 15 μm . A espessura dessa camada é da ordem de 1 a 5 μm [19].

A “smear layer” do canal radicular é inteiramente iatrogênica, ou seja, causada pelo próprio profissional, formando-se após os procedimentos endodônticos intracanaís e cobre todas as paredes pelas quais passaram os instrumentos usados no interior do canal. A sua exata composição não está bem definida, mas acredita-se que seja formada por um componente orgânico e outro inorgânico [20].

Os componentes orgânicos podem consistir de restos de proteína coagulada, tecidos pulpare vivos ou necróticos, processos odontoblásticos, saliva e microorganismos [21].

Segundo Siqueira (1997), as principais justificativas para remover a “smear layer” são:

- a) Medicamentos intracanaís agem de forma mais eficaz sobre bactérias alojadas em túbulos dentinários quando ela não está presente, pois têm sua penetração facilitada;
- b) No tratamento de canais com polpa necrosada e infectada, a “smear layer” normalmente contém bactérias e seus produtos em seu interior, funcionando como um reservatório de irritantes. Se não for removida, cria-se um potencial para o fracasso da terapia endodôntica a longo prazo;
- c) Interposta entre o material obturador e as paredes do canal, a “smear layer” pode funcionar como uma via para percolação de fluidos teciduais. Esta microinfiltração pode ocorrer na interface existente entre esta camada e o material obturador e, inclusive, por dentro desta camada, devido à presença de microcanaís e interstícios;
- d) Uma vez removida a “smear layer”, a penetração intratubular e a adesão dos cimentos endodônticos à dentina melhoram. Por conseguinte, o selamento proporcionado pela obturação será melhor

Os agentes desmineralizantes são usados para remoção da “smear layer” durante o tratamento de canal radicular. A influência da permeabilidade, realçada pela desinfecção profunda dos túbulos dentinários, foi relatada em diversos estudos *in vivo* e forçou a importância da remoção desta camada, por melhorar a adaptação e a adesão de materiais obturadores nas paredes dentinárias [22].

3.4. SUBSTÂNCIAS QUELANTES

Dentro do contexto acima, os agentes quelantes têm um papel fundamental na endodontia prática. Uma variedade de agentes quelantes é usada na endodontia. Eles induzem diferenças morfológicas na estrutura dentária e profundidades de desmineralização [22].

A camada de “smear layer”, por ser composta dos componentes orgânicos e inorgânicos, pode ser removida pela associação de hipoclorito de sódio e soluções quelantes [23].

O hipoclorito de sódio (NaOCl), nas concentrações de 1 a 5,25% é uma solução irrigante muito usada no tratamento de canal, devido às propriedades bactericidas e a habilidade de dissolver tecido orgânico. No entanto, o NaOCl não tem se mostrado efetivo na remoção da “smear layer”. Soluções descalcificantes

como ácido fosfórico, ácido cítrico, e EDTA têm se destacado na remoção da “smear layer” [21].

Quelação é um processo físico-químico de captação de íons positivos multivalentes por compostos chamados quelantes ou seqüestradores, mantendo uma união estável, por formar ligações especiais de covalência coordenada. O composto dessa adição denomina-se quelato. De acordo com Guernet & Hamon, a estabilidade do quelante varia em função da sua própria estrutura, do íon metálico ao qual se liga, do pH e da temperatura. Os quelantes apresentam especificidade para determinados íons metálicos [24].

Os quelantes removem os íons metálicos (tais como os de cálcio), ligando-se a eles quimicamente. Estes agentes têm sido promovidos como produtos comerciais, geralmente em associação com lubrificantes [25].

Atualmente há um debate a respeito do tempo-efeito ideal de cada agente quelante. Porém, mesmo com a quantidade vasta de pesquisa sobre este tópico, nenhum protocolo claramente definido de irrigação foi estabelecido [22].

3.4.1.EDTA

Ostby (1957), propôs o uso do ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), em um pH neutro, para promover a quelação do cálcio na dentina [26].

O EDTA é menos irritante aos tecidos perirradiculares, não promove corrosão dos instrumentos e tem ação rápida e autolimitante [26]. A solução sugerida por Ostby (1957) possui a seguinte formulação.

Sal dissódico de EDTA	17,00 g
Água Destilada	100 mL
Hidróxido de Sódio 5M	9,25 mL

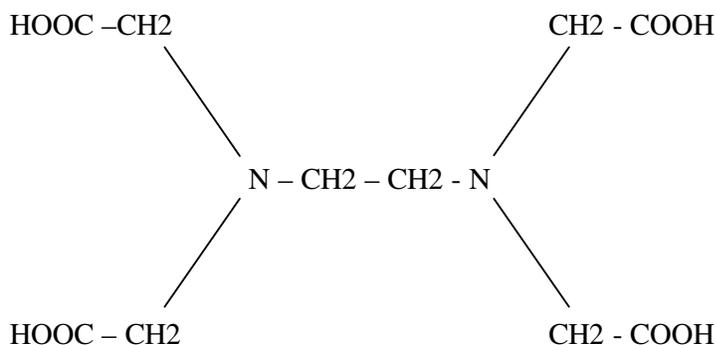
O EDTA mostrou-se eficaz na remoção da camada de “smear layer”, entretanto não dissolve a matéria orgânica. O EDTA tem sido usado em associação com a solução de hipoclorito de sódio que, além de agir em restos de tecido pulpar, tem propriedades antimicrobianas [18].

A combinação do EDTA e NaOCl causou uma dissolução progressiva da dentina, nas regiões peritubular e intertubular. Em alguns estudos foi observado que uma aplicação de EDTA a 17%, pH 7,4 por 10 minutos, causou erosão peritubular e intertubular excessiva da dentina. Entretanto, muitos detalhes deste

importante processo são mal compreendidos, e os métodos para seu estudo normalmente não permitem avaliação longitudinal da microestrutura alterada na superfície da dentina [22].

3.4.1.1. A QUÍMICA DO EDTA

O EDTA apresenta a seguinte estrutura química:



Este quelante possui seletividade aos metais pesados (cromo, ferro, cobre, zinco), alcalino-terrosos (cálcio, magnésio) e alcalinos (sódio, potássio). A afinidade seletiva do EDTA e dos seus sais em formarem quelatos estáveis de cálcio justifica sua aplicabilidade na endodontia [24].

O EDTA comercial apresenta-se sob a forma de solução aquosa com pH 7,3. As soluções de EDTA têm seu pH alterado durante a desmineralização dentinária. À medida que o pH diminui, o grau de desmineralização também diminui, limitando, desta forma, a quantidade de dentina dissolvida [24].

3.4.1.2. MODO DE AÇÃO DO EDTA

De acordo com Weinreb & Meier, a eficácia também pode ser aumentada pelo tempo de aplicação e pela agitação da solução dentro do canal radicular. Cinco aplicações de três minutos cada uma constituem uma manobra mais eficiente do que uma única aplicação de 15 minutos consecutivos [27].

Acredita-se que, quando acondicionado em frascos de vidro, com o tempo, o EDTA seqüestrará o cálcio do silicato de cálcio (composição do vidro), diminuindo seu poder de atuação [24].

Vários estudos têm demonstrado que, quando o EDTA é utilizado em conjunção com o hipoclorito de sódio, em concentração acima de 2%, ele produz uma excelente limpeza nas superfícies do canal radicular. Isto é decorrente da ação sinérgica dos hipocloritos na matéria orgânica e do EDTA, na inorgânica [24].

3.4.2. EDTA E SUAS ASSOCIAÇÕES

A propriedade físico-química responsável pela capacidade de molhamento da superfície é chamada tensão superficial. A tensão superficial é a força existente entre as moléculas de uma superfície e a substância que se encontra em contato com esta superfície, isto é, é o efeito físico-químico que faz com que uma gota de líquido quando colocada sobre uma superfície, esparrame-se ou fique concentrada em um local. Quanto menor a tensão superficial de uma substância, maior será a sua capacidade de umectação e penetração, aumentando a efetividade de limpeza das paredes do canal radicular [25].

Existem substâncias que, em solução, são capazes de reduzir a tensão superficial de outras. São os agentes tensoativos, entre os quais se incluem os detergentes e o hipoclorito de sódio [28].

Em 1957, Ostby recomendou adicionar um agente tensoativo – Cetavlon, com objetivo de aumentar a ação do EDTA e conferir à solução propriedades anti-sépticas. Esta solução ficou conhecida posteriormente com o nome de EDTAC, através de Ferh e Ostby, que salientavam a redução da tensão superficial obtida [29].

Guimarães *et al* verificaram que a tensão superficial do EDTA caía em quase 50% quando se adicionava o Cetavlon [30].

Cruz Filho estudou a ação do EDTAC sobre a microdureza da dentina radicular. O autor concluiu que a microdureza da dentina é inversamente proporcional ao tempo de aplicação do EDTAC e que o terço cervical apresenta maior microdureza que os terços médio e apical [31].

Em 1984, Paiva & Antoniazzi citaram em seu livro a utilização do EDTA associado ao Tergensol, essa solução foi chamada de EDTA-T. Com essa combinação a tensão superficial do EDTA reduziu mais da metade, melhorando seu escoamento [32].

Stewart *et al* preconizaram o uso do peróxido de uréia sob a forma de creme, associado ao EDTA (RC-Prep), para ser utilizado no interior do canal radicular com hipoclorito de sódio a 5% [33]. O RC-Prep é um preparado comercial semelhante a gel que contém peróxido de uréia e um agente antibacteriano. Cohen concluiu que soluções alternadas de RC-Prep com hipoclorito de sódio 5,0% aumentavam significativamente a permeabilidade dos túbulos dentinários nos terços médio e apical da raiz [4].

Esse creme (RC-Prep) tem a seguinte composição: EDTA 15%, peróxido de uréia 10% e carbowax (veículo) 75%. Após a colocação desse creme no interior do canal radicular adiciona-se o hipoclorito de sódio a 5% e procede-se à instrumentação [4].

A reação química do peróxido de uréia com hipoclorito de sódio produz uma reação de efervescência. A adição de EDTA proporciona a esta associação a ação quelante sobre o cálcio das paredes dos canais radiculares [4].

De acordo com Grossman, Blechman e Cohen [4] propuseram o uso de uma solução de uréia a 30% para irrigação do canal. Mais tarde Stewart, Kapsimalas e Rappaport incluíram o peróxido de uréia em combinação com o EDTA e glicerina como veículo para uso auxiliar no preparo do canal. A partir destes estudos iniciais, várias substâncias pastosas especiais contendo EDTA foram recomendadas para serem combinadas com o uso de uma solução de hipoclorito de sódio ou outras substâncias [34].

Paiva & Antoniazzi propuseram, a partir do RC-Prep, o uso de um composto cremoso substituindo o EDTA pelo Tween 80 na mesma porcentagem. Esse novo composto é identificado como Endo-PTC. A justificativa para adição do Tween 80 foi que esta substância é dotada de capacidade detergente totalmente solúvel na água e indefinidamente estável mesmo em temperatura ambiente, tendo comportamento lubrificante [32].

3.4.3.ÁCIDO CÍTRICO

Diversos tipos de ácidos têm sido investigados para avaliar a desmineralização dentinária e remoção da “smear layer”. O ácido cítrico em diferentes concentrações tem sido sugerido como substância quelante para a irrigação final do canal radicular [7].

Pécora observou que o ácido cítrico a 10% promovia aumento da permeabilidade dentinária, porém menor que o promovido pelo EDTA [11].

Goldman *et al* relataram que os efeitos na remoção da lama dentinária obtidos com o ácido cítrico eram similares àqueles obtidos com o EDTA. Combinando o hipoclorito de sódio a 5,25% seguido de ácido cítrico a 6% teria um irrigante endodôntico ideal [35].

Wayman *et al* (1970), através da análise com microscopia eletrônica de varredura, compararam a capacidade do hipoclorito de sódio a 5,25%, do ácido láctico a 50%, e do ácido cítrico em várias concentrações, de limpar o canal radicular, concluindo que o ácido cítrico a 10% foi efetivo em abrir canalículos dentinários, promovendo uma melhor limpeza [36].

Alguns autores focalizaram seus estudos no efeito de soluções irrigantes tais como o ácido cítrico 50% no efeito antibacteriano da medicação no canal radicular. Siqueira *et al* analisaram o efeito de diversas soluções irrigantes, incluindo a irrigação combinada com 2,5% NaOCl e ácido cítrico, que mostram uma redução importante da infecção dentro do canal [37].

Loel utilizou uma associação de ácido cítrico e hipoclorito de sódio para instrumentação de canais radiculares. Inicialmente, ele colocava no canal radicular uma solução de ácido cítrico a 50%, e deixava-a atuar por dois minutos. Em seguida, adicionava uma solução de hipoclorito de sódio a 5%. Durante o contato dessas soluções ocorre uma reação de efervescência [38].

3.4.4. MTAD

As soluções ácidas irrigantes têm sido recomendadas para finalidades endodônticas desde 1957. Mais recentemente, as soluções irrigantes foram analisadas sob um ponto de vista diferente por diversos autores. Alguns deles estão procurando ainda as soluções capazes de desinfetar a dentina, removendo a camada de smear layer, abrindo os túbulos dentinários e permitindo que os agentes antibacterianos penetrem no interior do sistema de canais radiculares. Entre deles, Torabinejad *et al*, apresentou uma solução nova, o MTAD, uma mistura de um isômero de Tetraciclina (Doxyciclina), um ácido (ácido cítrico), e o detergente (Tween-80), com resultados bons [16].

Um irrigante novo, BioPure MTAD (Tulsa Dentsply), mostrou ser um antimicrobiano para o *Enterococcus faecalis* e como um agente na remoção da camada de smear layer [39].

O MTAD tem sido apontado como irrigante final, para remover a camada de “smear layer” dos canais radiculares, e não altera significativamente a estrutura dos túbulos dentinários, quando usado como um irrigante final, em conjunto com Hipoclorito de Sódio (NaOCl), nos canais radiculares [40].

Estudos mostraram que MTAD é menos destrutivo para a estrutura dentinária, em comparação com EDTA, quando utilizado como irrigante final. Exames de aparência dos túbulos dentinários apresentaram maior erosão com o uso do EDTA. Com base nos resultados, MTAD não altera significativamente a estrutura dos túbulos dentinários, quando utilizado em conjunto com NaOCl como irrigante de canais radiculares, e apresenta efeitos antibacterianos superiores [16].

Otoni *et al* relataram que o MTAD possui uma menor tensão superficial, quando comparada com o EDTA, tendo, portanto, uma maior intimidade de contato com as paredes dentinárias [41].

Segundo De Deus *et al* o MTAD representa uma abordagem inovadora para a remoção da camada de “smear layer” e desinfecção do sistema de canais radiculares. MTAD é comercialmente disponível como um conjunto de duas partes, um pó e um líquido, que são misturadas quando forem usadas. Uma diferença importante entre o MTAD e o EDTA, é a presença da Doxyciclina no MTAD que permite um prolongado efeito antibacteriano [41].

3.4.5. HEBP

Uma questão levantada recentemente, no que se refere à utilização do EDTA ou do Acido Cítrico, é que esses agentes reagem fortemente com o Hipoclorito de Sódio. Em função disso, o “hydroxyethylideno bifosfonato” (HEBP), foi proposto como uma possível alternativa ao EDTA ou ácido cítrico, porque este agente não tem reatividade a curto prazo com hipoclorito de sódio. O HEBP não é tóxico e tem sido sistematicamente aplicado no tratamento de doenças ósseas [10].

O HEBP (ácido etidrônico) foi introduzido por Zehnder *et al* em 2005 [42]. Eles avaliaram o efeito de redução da tensão superficial de soluções endodônticas

quelantes, e constataram que, adicionando agentes de umedecimento (propilenoglicol e polisorbato) ao HEBP, reduzem-se os valores de tensão superficial em aproximadamente 50%, obtendo assim maior penetração do ácido na dentina, e, portanto aumenta a remoção de cálcio desta região [42].

De Deus *et al* avaliaram em seus trabalhos, que o HEBP é um quelante mais fraco que o EDTA, e que deve ser administrado em conjunto com o hipoclorito de sódio durante todo o processo de instrumentação dos canais radiculares [10].