

2 Revisão bibliográfica

2.1 *Smear layer*

A primeira observação do fenômeno do *smear layer* foi realizada por Boyde *et al.* (1961) analisando a superfície do esmalte dentário cortado por brocas. O nome dado a essa camada de material orgânico foi “*smear layer* coronário”.

Brannström & Johnson (1974) observaram a penetração de *smear layer* no interior dos túbulos dentinários, causada pela ação de brocas e instrumentos endodônticos na dentina radicular.

O estudo pioneiro de McComb & Smith (1975) foi de importância singular, pois observou o *smear layer* através de microscopia eletrônica de varredura. Eles analisaram as paredes instrumentadas dos canais radiculares e observaram uma aparente similaridade ao *smear layer* coronário. Contudo, foi notável a diferença estrutural, pois o *smear layer* radicular apresentava, além do material inorgânico, material orgânico, como remanescentes dos processos odontoblásticos, tecido pulpar e bactérias. Eles observaram ainda, que as superfícies das paredes dentinárias do canal radicular eram aparentemente similares, independentemente da forma de preparação, com instrumentos manuais ou automáticos.

Cameron (1983) descreveu o *smear layer* em duas camadas. A camada que recobria as paredes dentinárias foi denominada “*smear layer* superficial”. O material que pode ser observado se estendendo para o interior dos túbulos dentinários foi denominado “*smear plug*”.

Mader *et al.* (1984) descreveram detalhadamente o *smear layer* superficial e o *smear plug*. A camada superficial apresentou uma espessura variando de 1 a 2 µm. Contudo a penetração do *smear plug* no interior do túbulo dentinário podia atingir até 40 µm. Eles concluíram que essa penetração era devida à ação de brocas e instrumentos endodônticos nas paredes do canal radicular.

A teoria proposta por Çengiz *et al.* (1990) pode explicar essa penetração profunda do *smear layer* nos túbulos dentinários. Eles definiram a existência de

uma ação de capilaridade das forças adesivas entre os túbulos dentinários e o conteúdo do *smear layer*.

A estrutura do *smear layer* formado pode também depender do tipo de instrumento utilizado para a preparação do canal radicular e da sua superfície de corte (Jeon *et al.*, 2003).

2.1.1 Remoção do *smear layer*

A principal causa para a não remoção do *smear layer*, após a instrumentação dos canais radiculares, é a hipótese dessa camada servir como uma importante barreira física para bactérias e seus subprodutos, dificultando a sua penetração passiva na dentina (Michelich *et al.*, 1980).

O estudo de Vojinovic *et al.* (1973) demonstrou que a presença do *smear plug* foi capaz de impedir uma invasão bacteriana para o interior dos túbulos dentinários. Diamond & Carrel (1984) também comprovaram que a presença do *smear layer* impediu a penetração bacteriana na dentina subjacente.

Contudo, Mjör & Tronstad (1972), Bergenholtz (1981), relataram que a ocorrência e extensão da invasão bacteriana e seus subprodutos na dentina são relativos à espécie bacteriana e ao tempo de exposição utilizados nos estudos.

Williams & Goldman (1985) demonstraram que a presença do *smear layer* atrasou a penetração da espécie bacteriana *Proteus vulgaris* na dentina, mas não foi capaz de impedir essa invasão. Meryon *et al.* (1986) também encontraram penetração profunda em fatias de dentina por *Pseudomonas aeruginosa*. Eles observaram que essa espécie após, provavelmente, produzir colagenase, destruiu o *smear layer*, abrindo os orifícios dos túbulos dentinários.

Baker *et al.* (1975) e Yamada *et al.* (1983) observaram que mesmo após a etapa de instrumentação dos canais radiculares, auxiliada por agentes antimicrobianos, bactérias podem estar presentes no *smear layer*, na dentina e nos túbulos dentinários. Akpata & Blechman (1982), observaram que as bactérias presentes no *smear layer* podem sobreviver, crescer, se multiplicar e penetrar profundamente nos túbulos dentinários. Byström & Sundqvist (1981) relataram que esses microorganismos remanescentes no canal radicular podem se multiplicar, e duplicar em número, em 2 a 4 dias.

Brannström (1984) demonstrou que após a remoção do *smear layer*, as bactérias remanescentes no interior dos túbulos dentinários foram facilmente destruídas. Byström & Sundqvist (1985) concluíram em seu estudo que a presença do *smear layer* pode impedir, ou atrasar significativamente, a penetração de agentes antimicrobianos, como irrigantes e medicações utilizados no tratamento do canal radicular, no interior dos túbulos dentinários.

A permeabilidade dentinária é diretamente proporcional à área ocupada pelos orifícios dos túbulos dentinários e inversamente proporcional à espessura da parede dentinária radicular (Reeder *et al.*, 1978). O *smear layer* atua como uma barreira reduzindo em 25-49% a permeabilidade dentinária (Pashley *et al.*, 1981; Fogel & Pashley, 1990).

Em um estudo *in vitro*, Ørstavik & Haapasalo (1990) demonstraram que a efetividade e o tempo para desinfecção do canal radicular pelas medicações intracanaís, dependem da presença de túbulos dentinários patententes, obtidos a partir da remoção do *smear layer*.

Contudo, Paqué *et al.* (2005) relataram que a presença de esclerose dos túbulos dentinários, um fenômeno fisiológico que começa na terceira década de vida na região de dentina apical e avança coronariamente com a idade, é o principal fator que influencia negativamente a permeabilidade dentinária.

A presença do *smear layer* representa uma barreira intermediária entre as paredes dentinárias do canal radicular e o material de obturação. Esse fator pode interferir na adesão e na penetração dos cimentos nos túbulos dentinários (De-Deus *et al.*, 2002). O selamento final dos canais radiculares após o tratamento endodôntico tem como objetivo prevenir a microinfiltração (White *et al.*, 1984). Madison & Krell (1984), Evans & Simon (1986) e Fróes *et al.* (2000) demonstraram que a presença ou remoção do *smear layer* não influenciava significativamente o selamento apical dos canais radiculares obturados.

Contudo, Mader *et al.* (1984) demonstraram que o *smear layer* é uma estrutura não-homogênea e fracamente aderida às paredes do canal radicular. Assim, na presença de um infiltrado em um canal radicular obturado, essa camada pode se dissolver e/ou desintegrar a partir da liberação de enzimas proteolíticas pelas bactérias remanescentes. Esses fatores podem levar ao desenvolvimento de um espaço vazio entre a parede do canal radicular e o material de obturação,

através do qual pode ocorrer a invasão de outras espécies bacterianas, contaminando toda a superfície dentinária e o tecido perirradicular.

Gettleman *et al.* (1991) avaliaram o comportamento, na presença e na ausência do *smear layer*, das forças adesivas entre as paredes dentinárias do canal radicular e os cimentos endodônticos “Sultan” e “Sealapex”, e não encontraram diferenças estatisticamente significativas. Além disso, Timpawat *et al.* (2001) observaram, através do método de filtração de fluidos, que a remoção do *smear layer* aumentou significativamente a taxa de microinfiltração apical dos canais obturados com guta percha termoplastificada.

Contudo, no estudo de Saunders & Saunders (1992) foi definitivamente demonstrado que a remoção do *smear layer* reduziu a taxa de infiltração coronária dos canais radiculares obturados.

Em outro estudo, Oskan *et al.* (1993) observaram que em canais radiculares obturados, quando o *smear layer* era removido, a penetração dos cimentos endodônticos para o interior dos túbulos dentinários era notável e atingia valores elevados, de 40 a 60 μm .

Em uma extensa revisão de literatura, Sen *et al.* (1995), relatam as vantagens e desvantagens do fenômeno do *smear layer* e a contradição existente sobre a sua remoção dos canais instrumentados. A conclusão dos autores é que a remoção do *smear layer* é mais vantajosa devido às possíveis desvantagens relacionadas às características e à permanência dessa camada sobre as paredes do canal radicular.

Coli *et al.* (1999) observaram que a remoção do *smear layer* parece ser um passo importante no procedimento de pré-tratamento da dentina, pois resulta em aumento da força de adesão da dentina com o material restaurador.

Em um estudo sobre as implicações clínicas do *smear layer*, Torabinejad *et al.* (2002) concluíram que a sua remoção pode resultar em uma desinfecção mais verdadeira do sistema de canais radiculares e túbulos dentinários, os quais devem garantir uma melhor adaptação entre os materiais de obturação e as paredes do canal radicular.

Clark-Holke *et al.* (2003), em um estudo “in vitro”, demonstraram que a remoção do *smear layer* reduziu a infiltração bacteriana através do sistema de canais radiculares.

Kokkas *et al.* (2004) concluíram em seu estudo que o *smear layer* impediu a penetração dos cimentos endodônticos nos túbulos dentinários e que esse fato influencia nas propriedades antibacterianas dos cimentos, na adaptação e na capacidade de selamento dos materiais de preenchimento.

2.1.2 Métodos para Remoção do *Smear layer*

Existem na literatura diversas formas para a remoção do *smear layer*, como a utilização de diferentes substâncias químicas, de ultra-som ou de laser, com o objetivo de obter uma superfície dentinária limpa de debris, remanescentes pulpares e bactérias (Gulabivala *et al.*, 2005).

Pashley (1992) observou que, como o *smear layer* é composto de pequenas partículas orgânicas que apresentam uma grande razão superfície/massa, elas podem ser facilmente dissolvidas em ácidos.

Elfersi *et al.* (2002) observaram que o ataque ácido dissolve a porção mineral da dentina, deixando apenas o colágeno desmineralizado. Dessa forma, diversas substâncias são comumente utilizadas para remover o *smear layer* e abrir os orifícios dos túbulos dentinários (Meyron *et al.* 1986).

Cameron (1983) relatou a possibilidade de utilizar o ultra-som no canal radicular para remover debris das paredes dentinárias. Quando um instrumento fino é introduzido no canal radicular preenchido por um líquido, a corrente acústica, resultante da aplicação de uma vibração ultra-sônica, é capaz de limpar as paredes do canal radicular (Cohen & Burns, 1998). Outros estudos também comprovaram a capacidade de remoção do *smear layer* utilizando a combinação do ultra-som com diferentes substâncias (Cameron, 1988; Cameron, 1995). Contudo, Guerisoli *et al.* (2002) observou que foi necessária a aplicação de um quelante para a remoção completa do *smear layer*.

Takeda *et al.* (1998, 1999) observaram que o laser pode ser utilizado para vaporizar tecidos no canal radicular e, ainda, remover o *smear layer*. Kimura *et al.* (2002) também demonstraram a capacidade de remoção do *smear layer*, porém constataram destruição da dentina peritubular. Os efeitos na dentina e no *smear layer* dependem do tipo, da potência e do tempo de exposição do laser utilizado, além da capacidade de absorção de luz pelo tecido e da distância de trabalho. Contudo, o principal problema desse método continua sendo o acesso aos

pequenos espaços do canal radicular para a remoção do *smear layer* (Torabinejad *et al.*, 2002). Tewfik *et al.* (1993) observaram que em alguns casos de seus estudos, o laser não foi capaz de produzir qualquer efeito no *smear layer* do canal radicular.

Lendini *et al.* (2004) sugeriram a utilização de pulsos elétricos de alta-frequência para a remoção de debris orgânicos e resíduos de tecido pulpar das paredes instrumentadas dos canais radiculares.

Atualmente as soluções mais utilizadas para a remoção do *smear layer* são as substâncias quelantes, pois os ácidos orgânicos e o ultra-som não são efetivos para a remoção completa do *smear layer* (Sen *et al.*, 1995).

2.2 Substâncias Quelantes

O termo quelar originou-se da palavra grega “chele”, que significa garra. Os quelantes são basicamente complexos estáveis de íons metálicos com substâncias orgânicas. Essa estabilidade é resultado da ligação entre o quelante, que apresenta mais de um par de elétrons livres, e o íon metálico central (Hülsmann *et al.*, 2003).

A capacidade do quelante de ligar-se a um íon metálico inativo é amplamente explorada na Medicina. Os quelantes podem ser usados para remover do organismo íons metálicos perigosos. (Patrick, 2006).

Os agentes quelantes foram introduzidos na Endodontia com o objetivo de ajudar a preparação de canais radiculares estreitos e calcificados e remover o *smear layer* (McComb & Smith, 1975; Baumgartner & Mader, 1987; Garberogolio & Becce, 1994; Hottel *et al.*, 1999; Çalt & Serper, 2000; Di Lenarda *et al.*, 2000; Scelza *et al.*, 2000).

De-Deus (2004) observou o efeito de substâncias quelantes através de um Microscópio de Força Atômica (AFM), que é capaz de obter a imagem tridimensional da estrutura das amostras biológicas, com resolução similar àquela obtida com o MEV. Além disso, utilizaram um mecanismo especial, a célula de líquido, que permitiu a observação do efeito das substâncias quelantes *in situ*. Isto é, imagens seqüenciais de uma mesma região da dentina foram capturadas na presença do ácido, como pode ser observado na Figura 2. Assim, a evolução do ataque ácido através do tempo pôde ser observada em uma mesma região da

amostra, excluindo qualquer interferência do operador. Ele constatou que todas as substâncias utilizadas (EDTA, ácido cítrico 10% e EDTAC) foram capazes de remover o smear layer e expor os orifícios dos túbulos dentinários, confirmando assim a eficiência das substâncias quelantes.

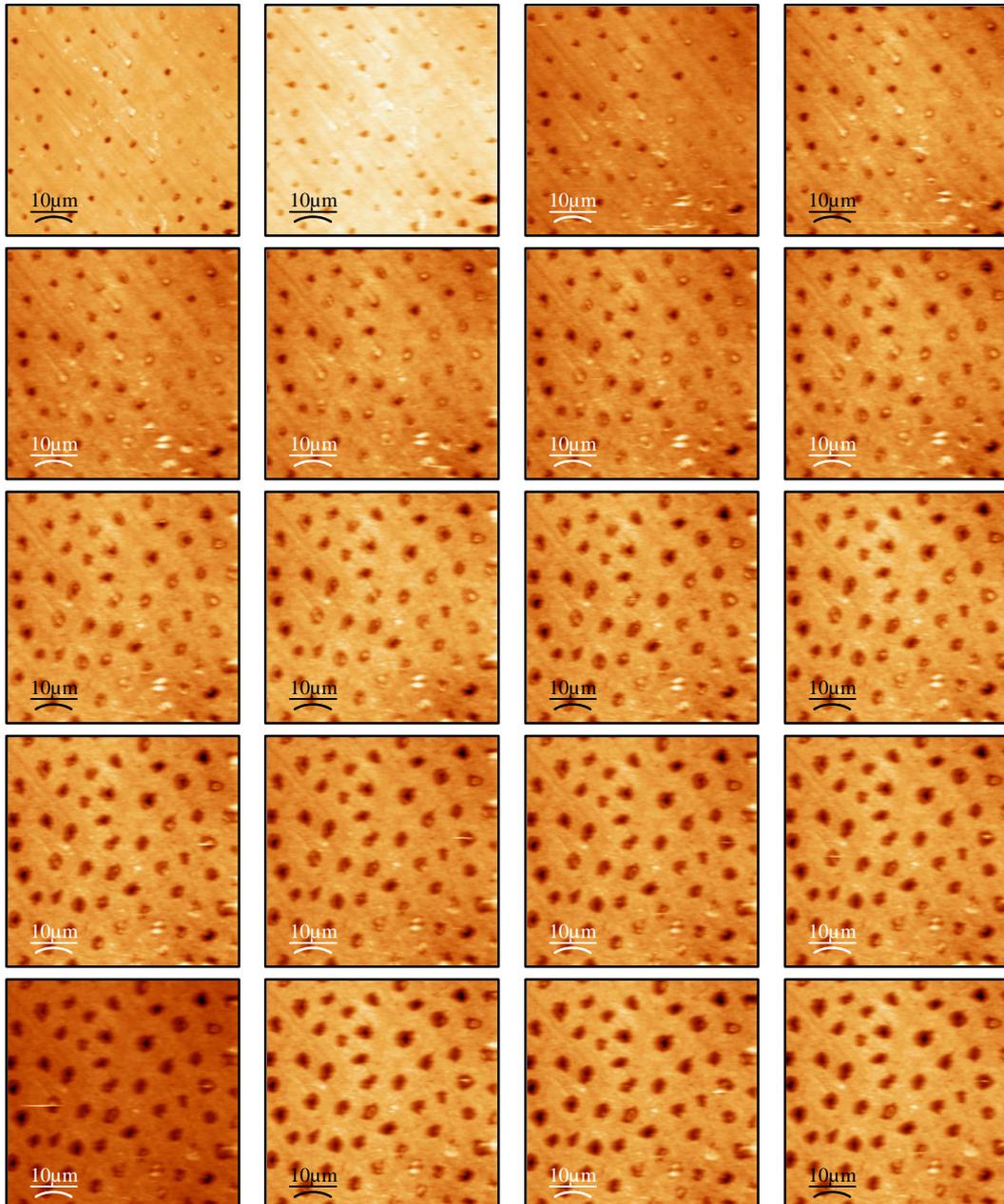


Figura 2: Seqüência típica de imagens obtidas pelo AFM

A eficiência dos agentes quelantes depende de diversos fatores como: comprimento do canal radicular, dureza da dentina e profundidade de penetração, tempo de aplicação, pH e concentração da substância (Serper & Çalt, 2002).

De acordo com Patterson (1963), o valor de dureza Vickers de uma dentina não condicionada está entre 40 e 75 HV. Pawlicka (1982) relatou que os agentes

quelantes podem alterar a dureza dentinária em até 20 HV. De-Deus (2004) e De-Deus *et al.* (2006) também observaram que a aplicação de substâncias quelantes na dentina diminuiu os valores obtidos com os ensaios de microdureza dentinária.

Recentemente, o uso de quelantes em forma de pasta tem ganhado popularidade, devido à recomendação por quase todos os fabricantes de instrumentos de níquel-titânio de utilizarem essas substâncias como lubrificante durante a preparação do canal radicular, visando reduzir do risco de fratura desses instrumentos (Hülsmann *et al.*, 2003).

Em uma revisão de literatura recente sobre substâncias irrigantes do canal radicular, Zehnder (2006), relata que apesar do hipoclorito de sódio ser a substância mais indicada para o tratamento endodôntico, ela não é capaz de dissolver partículas inorgânicas de dentina e assim, prevenir a formação do *smear layer* durante a instrumentação. Dessa forma, o autor conclui que substâncias quelantes devem ser utilizadas para remover o *smear layer* e auxiliar o combate ao biofilme microbiano aderido nas paredes dentinárias.

2.2.1 EDTA

Em 1951, os primeiros relatos de desmineralização em tecidos dentais duros causada pelo ácido etileno-diamino-tetracético-dissódico (EDTA) foram publicados (Hahn & Reygadas, 1951).

Os quelantes foram introduzidos na Endodontia por Nygaard-Øtsby (1957), que analisou a aplicação do EDTA em amostras de dentina radicular, utilizando microscopia polarizada. A extensão da zona desmineralizada atingiu 20-30 μm após 5 minutos, 30-40 μm em 30 minutos e 50 μm após 24-48 horas de exposição. Ele recomendou o uso de EDTA 15% (pH 7,3) com a seguinte composição:

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

De acordo com Hülsmann *et al.* (2003), quando inicialmente, a solução de EDTA é introduzida no canal radicular, uma pequena solubilização de fosfato de

cálcio, um componente mineral da dentina, pode ser observada. Essa reação ocorre até que seja estabelecido o equilíbrio, como representado na reação:



O oxigênio, presente na estrutura do EDTA, realiza ligações bivalentes com o íon cálcio, fechando-o em uma cadeia heterocíclica, incorporando esse íon à sua estrutura.

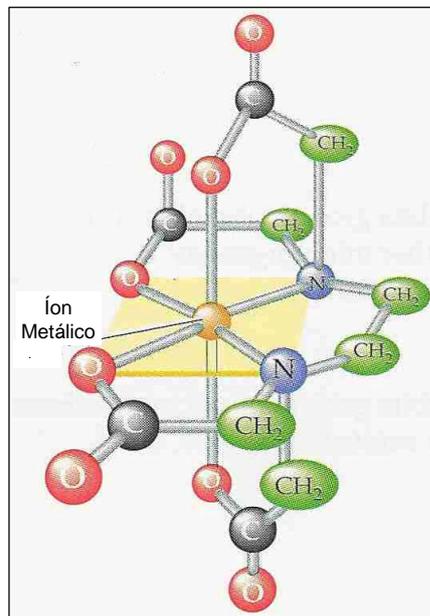


Figura 3: Estrutura química do EDTA e mecanismo de ligação com o íon cálcio.

Esta reação é uma reação do tipo quelação, sendo o quelato de cálcio o produto resultante:

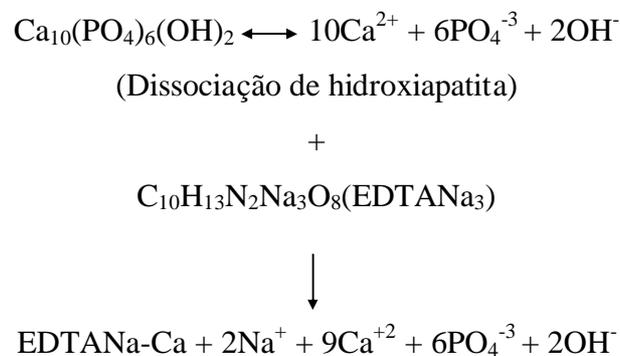


Nygaard-Øtsby (1957) concluiu em seu estudo que o efeito do EDTA parecia ser auto-limitante, tendo em vista a desmineralização máxima de 50 μm , mesmo após um longo tempo de exposição da dentina radicular (24 a 48 horas).

Patterson (1963), analisando a descalcificação induzida pelo EDTA, afirmou que o seu efeito não foi auto-limitante, e que continuou por até 5 dias, embora a descalcificação máxima tenha atingido apenas 28 μm .

O EDTA apresentou os melhores resultados em comparação a outros ácidos e outras substâncias para remover o *smear layer* e abrir os orifícios dos túbulos dentinários *in vivo* (Meryon *et al.*, 1987).

Lopes & Siqueira (1999) descreveram mais detalhadamente todo o processo de desmineralização causado pelo EDTA e também conseguiram explicar a propriedade da auto-limitação. De acordo com os autores os íons cálcio provenientes da solubilização da dentina são incorporados às moléculas de EDTA. Essa reação química continua até a saturação da solução quelante, que interrompe o processo. Formam-se então complexos estáveis com o cálcio e, quando todos os íons disponíveis tiverem se ligado, o equilíbrio é formado e nenhuma outra dissolução acontece.



Hülsmann *et al.* (2003) também relacionaram a auto-limitação da desmineralização causada pelo EDTA, à capacidade de cada molécula do quelante, que apresenta tamanho relativamente grande, poder se ligar a apenas um único íon de cálcio. Quando todas as moléculas estão ligadas, a reação pára. Pawlicka *et al.* (1982) demonstraram que o EDTA em uma concentração de 17% pode remover 10,5 g de um total de 100 g de cálcio.

O EDTA também é capaz de remover outros componentes da dentina em pH neutro: a NCP (proteína mineral e não-colagenosa), solúvel em água; e fosforinas (Verdelis *et al.*, 1999). Assim, a descalcificação por EDTA não é baseada somente na quelação de cálcio, pois a porção orgânica da dentina também apresenta um papel importante durante o processo de descalcificação. Não apenas íons de cálcio, mas também o cálcio ligado a frações extraídas de NCPs são removidos pelo EDTA. Kawasaki *et al.* (1999) demonstraram que a solução

neutra de EDTA reduz a NCP, resultando em uma superfície dentinária mais mole, mas não constataram a erosão da superfície da camada de dentina.

Coli *et al.* (1999) observaram através do MEV a remoção do *smear layer* e abertura dos orifícios dos túbulos dentinários após a aplicação de EDTA e ácido fosfórico. Eles não observaram diferenças significativas entre as substâncias, mas observaram, através de um microscópio de força atômica (AFM) e de um perfilômetro, aumento da rugosidade da superfície dentinária.

Serper *et al.* (2001) observaram que a irrigação utilizando o EDTA, seguida de hipoclorito de sódio, diminuiu significativamente o conteúdo de cálcio e fosfato da raiz dentinária.

Hülsmann *et al.* (2002) avaliaram o peso perdido após 3, 6 e 9 minutos de aplicação de quelantes à base de EDTA, em discos de dentina. Houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle (sem agente quelante) e as pastas quelantes, e entre os diferentes tempos de aplicação.

A determinação da microdureza fornece evidências indiretas de perda ou ganho mineral dos tecidos dentais duros. Lewinstein & Grajower (1981) demonstraram que a preparação do canal radicular não produz alterações na microdureza dos tecidos dentais.

Contudo, Ari *et al.* (2004), analisando o comportamento da dentina após a aplicação de EDTA por 15 minutos, observaram que a sua microdureza diminuiu e a rugosidade aumentou. De-Deus (2004) e De-Deus *et al.* (2006) observaram em ensaios de microdureza dentinária que o EDTA revelou-se o quelante mais potente.

Diversas propriedades do EDTA podem estar relacionadas à quantidade de cálcio removida da dentina, desmineralização, alteração da superfície dentinária, remoção do *smear layer* e abertura e alargamento dos túbulos dentinários. Assim, muitos estudos foram realizados buscando descobrir e analisar as propriedades do EDTA e seus respectivos efeitos na dentina.

Serper & Çalt (2002) relataram que o aumento da taxa de desmineralização causada pelo EDTA está relacionado ao aumento da concentração das soluções e do tempo de exposição. Eles observaram que a dentina do canal radicular apresentou severa erosão peritubular e intertubular após 10 minutos de irrigação com solução líquida de EDTA 17%. Perez & Rouqueyrol-Pourcel (2005)

observaram que os efeitos de um sal dihemipotássico de EDTA 8% na dentina são menores do que os do EDTA 17%.

Diferentes valores de pH também podem afetar a eficácia das soluções de EDTA. O pH ácido está relacionado ao aumento da disponibilidade dos íons cálcio para quelação devido à dissociação da hidroxiapatita, e o pH alcalino ao aumento da dissociação das moléculas do EDTA, resultando em maior atração para os íons cálcio (Nikiforuk & Sreenbny, 1953).

Seidberg & Schilder (1974) relataram que o potencial de desmineralização dentinária do EDTA não depende do valor do pH da solução. Contudo, o estudo de Cury *et al.* (1981) demonstrou que a eficiência das soluções de EDTA para promover a desmineralização da dentina é influenciada pelo pH, e que a maior eficiência pode ser atingida em valores de pH 5,0 até 6,0.

O sal dissódico de EDTA é o mais comum das formulações comerciais disponíveis. Porém, O'Connell *et al.* (2000), relataram que os sais trissódicos e tetrassódicos podem ser utilizados para fazer soluções com maiores concentrações. Eles concluíram que mantendo o pH neutro, o sal tetrassódico do EDTA é comercialmente mais barato e tão efetivo para remoção do *smear layer*, quanto o sal dissódico comumente utilizado.

Nakashima & Terata (2004) observaram que a solução de EDTA menos concentrada e mais alcalina (EDTA 3% com pH 9,0) é eficiente para remover o *smear layer*, além de ser capaz de reduzir efeitos indesejáveis na dentina subjacente.

O estudo de Serper & Çalt (2002) comparou o efeito do pH na desmineralização dentinária, além de medir a variação do pH ao longo do tempo de exposição. Os autores observaram que as soluções de EDTA com o pH 7,5 demonstraram maior eficiência que àquelas como o pH 9,0, e que as soluções não demonstraram variações significativas do pH durante o experimento.

Hülsmann *et al.* (2002) mediram a quantidade de fósforo liberado em diferentes intervalos após exposição a soluções de EDTA (1-15 min) com diferentes concentrações (10 - 17%) e pH's (7,5 - 9). Eles concluíram que o pH não demonstrou um papel significativo, enquanto o tempo de exposição e a concentração influenciaram significativamente a desmineralização da dentina radicular.

A combinação das substâncias quelantes com as utilizadas durante o preparo do canal radicular pode produzir diferentes efeitos na dentina.

O EDTA atua dissolvendo apenas a porção inorgânica do *smear layer*. Assim, diversos autores têm sugerido o seu uso em combinação com hipoclorito de sódio (NaOCl) 0,5-5,25%, com o objetivo de remover os remanescentes orgânicos.

Baumgartner & Mader (1987) observaram que quando utilizado em combinação com o hipoclorito de sódio, o EDTA era capaz de remover completamente o *smear layer*.

Bechelli *et al.* (1999) demonstraram que independentemente da preparação do canal radicular com instrumentos manuais ou automatizados, o protocolo de irrigação combinada de hipoclorito de sódio 2,5% e EDTA 15% foi capaz de remover o *smear layer*.

Spencer *et al.* (2001) realizaram um estudo através de microscopia eletrônica de transmissão e observaram que o *smear layer* não é completamente removido apenas com ataque ácido de EDTA, pois os resíduos minerais da desmineralização encontram-se em uma matriz gelatinosa formada pelo colágeno proveniente do *smear layer*.

Niu *et al.* (2002) sugeriram que a combinação de EDTA (2 ou 3 minutos de aplicação) e subsequente irrigação com hipoclorito de sódio 6%, acelera a erosão dos túbulos dentinários na dentina radicular.

Grawher *et al.* (2003) observaram que o EDTA apresenta efeito antimicrobiano além da capacidade de desmineralização dentinária, e que esses efeitos são maiores após a combinação com hipoclorito de sódio.

Menezes *et al.* (2003) observaram que a irrigação final com EDTA 17% melhorou consideravelmente a remoção do *smear layer* independentemente da substância utilizada para irrigação durante o preparo do canal.

Yamashita *et al.* (2003), utilizando o sistema de *scores* de imagens de microscopia eletrônica de varredura, observaram que a melhor limpeza das paredes do canal radicular foi atingida com a combinação de hipoclorito de sódio e EDTA. Eles observaram também que a limpeza dos terços coronário e médio do canal radicular foi melhor que a do terço apical.

Teixeira *et al.* (2005) comprovaram que o preparo do canal radicular utilizando hipoclorito de sódio, com irrigação final de EDTA, foi efetivo para

remover o *smear layer* das paredes dentinárias do canal radicular, observando imagens de microscopia eletrônica de varredura.

A inativação do EDTA parece ocorrer por reação de oxidação, que limita a desmineralização progressiva (Noterman, 1999). Grande *et al.* (2006) observaram, através de ressonância nuclear magnética, que o hipoclorito de sódio não causa a reação de oxidação do EDTA. Dessa forma, a irrigação final do canal radicular com hipoclorito de sódio não deve ser utilizada com a finalidade de interromper a ação do EDTA na dentina.

2.2.2 EDTA e suas Associações

Alguns anos após a introdução do EDTA na Endodontia, Von der Fehr & Nygaard-Øtsby (1963), adicionaram um detergente a esse quelante, com o objetivo de melhorar a limpeza das paredes dentinárias e o potencial bactericida. O EDTAC é produzido quando o EDTA é misturado a um composto de amônio quaternário, conhecido como Cetavlon[®] (Goldberg & Abramovich, 1977). O Cetavlon[®] é uma marca comercial do tensoativo *cetremida B.P.*.

A solução aquosa de EDTA apresenta uma tensão superficial de 69,23 d/cm² e a adição dessa substância reduz esse valor para 33,92 d/cm² ($\pm 50\%$). Essa redução da tensão superficial do irrigante facilita o molhamento de toda a parede do canal radicular, aumentando, assim, a capacidade do quelante de penetrar na dentina (Hülsmann *et al.*, 2002).

Grossman (1976) usou soluções de EDTA sob a forma de EDTAC em canais estreitos ou curvos e observou a atuação do EDTAC como um excelente coadjuvante na dilatação do canal radicular, apresentando ainda a vantagem de não precisar ser neutralizada por ser uma substância levemente alcalina.

Goldberg & Spielberg (1982) analisaram o efeito do EDTAC na superfície dentinária utilizando microscopia eletrônica de varredura. Eles relataram que essa substância apresenta potente efeito de limpeza da superfície dentinária do canal radicular instrumentado após 15 minutos de aplicação, o que auxilia a penetração de agentes anti-sépticos na estrutura dentinária e a adesão dos cimentos endodônticos à parede dentinária.

Prokopowitsch *et al.* (1989) analisaram a variação do percentual de penetração do corante azul de metileno na dentina radicular em dentes humanos

extraídos, usando como substância auxiliar na instrumentação o creme Endo-PTC, associado ao hipoclorito de sódio 1%, e irrigação final com solução de Tergentol-Furacin seguido, ou não, do EDTAC. Não houve diferença estatisticamente significativa em relação à permeabilidade dentinária radicular, frente ao uso, ou não, do EDTAC no final do preparo.

No estudo de Cruz-Filho (1994), sobre a ação da solução de EDTAC na microdureza da dentina radicular, ficou demonstrado que essa propriedade diminui em função do tempo de aplicação dessa substância. A redução da microdureza pôde ser observada no primeiro minuto de aplicação. A dentina cervical demonstrou ser mais dura que a dentina do terço médio e apical; as microdurezas dos terços médio e apical foram semelhantes entre si; a dentina da região central apresentou-se mais mole que a dentina localizada próxima ao cimento. Dessa forma o autor concluiu que a microdureza da dentina é inversamente proporcional ao tempo experimental de aplicação do EDTAC.

Cameron (1995) investigou o uso de hipoclorito de sódio 4% e EDTAC 15% isoladamente ou combinados como irrigantes durante a instrumentação manual e irrigação ultra-sônica do canal radicular. O regime de irrigação mais efetivo foi a utilização de 1 ml de EDTAC após cada instrumento, seguido por duas aplicações de ultra-som por 30 segundos e hipoclorito de sódio 4%. As amostras desse grupo estavam livres de restos ou remanescentes pulpares e *smear layer* superficial.

Tasman *et al.* (2000) observaram que o EDTA na sua forma pura apresenta tensão superficial menor do que a da água destilada, de solução salina e do hipoclorito de sódio (NaOCl) 1% ou 5%.

Guerisoli *et al.* (2002) demonstraram que a remoção do *smear layer* de canais radiculares com hipoclorito de sódio 1% e agitação ultra-sônica, é mais eficiente quando esses procedimentos são combinados com a irrigação com o EDTAC.

Assim, da mesma forma que o EDTAC, diversas combinações do EDTA com diferentes substâncias têm sido sugeridas (Tabela 1). Conseqüentemente diversos trabalhos científicos com o objetivo de estudar as propriedades e efeitos dessas substâncias têm sido publicados.

Tabela 1: Associações do EDTA (Hülsmann *et al.*, 2003)

Substâncias	EDTA	Tipo	pH e outros componentes	Fabricante
EDTAC	15%	líquido	pH 8, com 0,75 g/100mL de Cetavlon [®] (detergente)	solução experimental
Calcinase	17%	líquido	Na(OH), água	<i>lege Artis</i> , Dettenhausen, Alemanha
Calcinase slide	15%	pasta	pH 8-9, água (58-64%)	<i>lege Artis</i> , Dettenhausen, Alemanha
REDTA	17%	líquido	0,84 g cetremida (detergente) + 9,25mL NaOH + 100 mL água destilada	<i>Roth International</i> , IL, EUA
EDTA-T	17%	líquido	Tergentol (detergente)	<i>Formula & Ação Farmacia</i> , SP, Brasil
RC-Prep	15%	pasta	peróxido de uréia 10% (clareador e antibacteriano) e glicol (lubrificante e inibidor de oxidação)	<i>Premier Dental</i> , PA USA
Glyde File Prep	15%	pasta	peróxido de uréia 10% (com NaOCl causa efervescência facilitando a remoção de debris e clareador)	<i>DeTrey Dentsply</i> , Konstanz, Alemanha
FileCare EDTA	15%	pasta	peróxido de uréia 10 % (clareador)	<i>VDW Antaeos</i> , Munich, Alemanha
DTPAC	15%	líquido	ácido dieti-triamino-penta-acético (pH 8) + 0,75 g/100mL Cetavlon [®] (detergente)	solução experimental
File-EZE	19%	pasta	solúvel em água	<i>Ultradent Products</i> , UT, USA
Largal Ultra	15%	líquido	0,75% cetremida (detergente) e pH 7,4	<i>Septodont</i> , Paris, France
Tublicid Plus	3 g	líquido	Amphometric-2 (38%) (pH 7,3) + ácido cítrico 50%	<i>Dental Therapeutics</i> , Nacka, Suécia
Hypaque	17%	líquido	NaOCl 5% + “hypaque” (corante injetável de alto contraste para angiografia e arteriografia com o objetivo de visualizar a complexidade dos sistema de canais radiculares)	solução experimental

Stewart *et al.* (1969) observaram que a combinação de EDTA com peróxido de uréia – RCPrep – permite que a medicação intracanal penetre nos túbulos dentinários com maior eficácia e destrua os microorganismos.

McComb & Smith (1975) utilizaram várias substâncias irrigantes para o tratamento químico da dentina. A limpeza mais efetiva, com remoção do *smear layer* e debris superficiais foi obtida através do uso do REDTA selado no canal por 24 horas.

Goldman *et al.* (1981) analisaram os efeitos da aplicação de três soluções irrigadoras durante três horas: TEGO (duodecildiaminaetilglicina 1%), hipoclorito de sódio 5,25% e REDTA. Todas as soluções produziram um canal livre de debris, entretanto nenhuma solução foi individualmente satisfatória. O REDTA foi capaz de remover o *smear layer*, mas não removeu tecido mole.

Goldman *et al.* (1982) pesquisaram a eficácia de várias soluções irrigantes de uso endodôntico. Dentes extraídos foram alargados e limados usando, durante todo o preparo biomecânico, REDTA ou hipoclorito de sódio 5,25% e irrigação final com as mesmas substâncias, separadamente ou combinadas. O REDTA foi a solução mais eficaz para a remoção do *smear layer*.

Cymerman *et al.* (1983) demonstraram que a utilização de REDTA por 24 horas em canais radiculares, resultou em paredes limpas e livres do *smear layer* e de debris superficiais.

Madison & Krell (1984) estudaram o efeito de agentes quelantes no selamento apical de dentes tratados endodonticamente. Os autores utilizaram irrigação com hipoclorito de sódio isoladamente ou em combinação com REDTA. A infiltração apical foi avaliada com auxílio de um corante e os resultados não revelaram diferenças significativas entre os grupos, independentemente da solução irrigante utilizada.

Ohara *et al.* (1993) realizaram um estudo com o objetivo de determinar o efeito antibacteriano de diversos irrigantes endodônticos para seis tipos de bactérias anaeróbias rotineiramente encontradas nas infecções endodônticas. A clorexidina foi a substância mais efetiva, enquanto o peróxido de hidrogênio, o hipoclorito de sódio e o REDTA produziram menor efeito.

O estudo de Crumpton *et al.* (2005) teve como objetivo quantificar o volume de REDTA necessário para a remoção eficiente de *smear layer* após a instrumentação rotatória do canal radicular, e determinar se essa irrigação adicional apresenta algum efeito na remoção de debris. A substância foi aplicada por 1 minuto na dentina e a observação das paredes dentinárias foi realizada através de microscopia eletrônica de varredura. Eles observaram que a irrigação final com 1 ml de REDTA seguida de 3 ml de hipoclorito de sódio 5,25% foi suficiente para a remoção do *smear layer*. Além disso, a utilização do REDTA com um volume acima de 1 ml não melhorou a qualidade da remoção de debris.

Verdelis *et al.* (1999), encontraram que no terço coronal e médio, o EDTA com pH neutro dissocia significativamente mais cálcio e fósforo que o RC-Prep. Eles concluíram que o RC-Prep realizou principalmente a descalcificação e removeu a parte unida do *smear layer* superficial, mas não foi capaz de modificar a dentina subjacente. As principais causas citadas para esses resultados são o baixo pH do RC-Prep e sua incapacidade de umidificação completa da dentina.

Fairbanks *et al.* (1995) estudaram a ação de EDTA, EDTAC e EDTA-T sobre a microdureza da dentina radicular do terço cervical após sua aplicação durante 5 minutos. Os autores concluíram que as soluções quelantes testadas reduziram a microdureza da dentina, e que as soluções de EDTA e EDTA-T agiram de modo semelhante. A solução de EDTAC promoveu a maior redução da microdureza da dentina no tempo pesquisado.

Scelza *et al.* (2003) não observaram diferença significativa da quantidade de íons cálcio extraído após 3, 10 ou 15 minutos de exposição entre ácido cítrico 10% e EDTA 17%, enquanto o EDTA-T demonstrou os piores resultados.

Grandini *et al.* (2002) utilizaram o método de *scores* de imagens de microscopia eletrônica de varredura para avaliar o efeito de quatro diferentes técnicas de irrigação dos canais radiculares após o preparo do canal com instrumentação rotatória utilizando a substância quelante Glyde File Prep. Eles concluíram que nenhuma das técnicas propostas foi capaz de remover completamente o *smear layer* e os debris das superfícies das paredes dentinárias. Contudo, observaram que a utilização do Glyde File Prep foi mais eficiente para remoção do *smear layer* que soro fisiológico e hipoclorito de sódio 2,5%.

O estudo de Lim *et al.* (2003) também avaliou o efeito das substâncias quelantes Glyde File Prep e EDTA, combinadas com a irrigação de hipoclorito de sódio, na remoção do *smear layer*. Eles também utilizaram o sistema de *scores* de presença/quantidade de *smear layer* tanto em imagens de microscopia eletrônica de varredura, quanto em imagens de microscopia óptica de amostras coradas com azul de metileno. Eles concluíram que o Glyde File Prep, assim como o EDTA 17%, foi capaz de remover eficientemente o *smear layer*.

Sampaio *et al.* (2003) observaram o efeito de formulações de EDTA em gel na superfície dentinária através *scores* de imagens de microscopia eletrônica de varredura. Os resultados revelaram que o EDTA gel foi eficiente para a remoção

do *smear layer* das paredes dentinárias e que a adição de um detergente (texapon) não melhorou os resultados.

2.2.3 Ácido Cítrico

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

Lee *et al.* (1973) investigaram a capacidade de penetração no tecido dentinário do ácido fosfórico 50% e do ácido cítrico 50% através de exame colorimétrico e microscopia eletrônica de varredura. Os autores concluíram que nenhuma das duas substâncias foi capaz de penetrar no tecido dentinário.

Loel (1975) propôs o uso do ácido cítrico 50%, alternado com hipoclorito de sódio, durante a instrumentação dos canais radiculares. O autor concluiu que o ácido cítrico 50 % é um agente eficaz na remoção de tecido vital e que seu uso ainda condiciona a dentina para receber o material obturador.

Tidmarsh (1978) avaliou a capacidade quelante do ácido cítrico 50%, através de microscopia eletrônica de varredura e observou que essa substância foi eficaz para promover a remoção do *smear layer* das paredes dentinárias.

Wayman *et al.* (1979) avaliaram a eficácia de soluções de ácido láctico, de três concentrações de ácido cítrico, de hipoclorito de sódio e de soro fisiológico como irrigantes intracanal. Concluíram que o uso de uma solução de ácido cítrico 10%, seguido de hipoclorito de sódio a 2,5% como irrigante, e depois novo uso de solução de ácido cítrico, produzem paredes radiculares limpas com túbulos dentinários patentes.

A capacidade de limpeza das paredes dentinárias por ácido cítrico 50% associado ao hipoclorito de sódio foi estudada por Baumgartner *et al.* (1984). Utilizando microscopia eletrônica de varredura os autores observaram que esse regime de irrigação foi capaz de remover o *smear layer* que recobria as paredes dentinárias.

Scelza *et al.* (1986) demonstraram, através de microscopia eletrônica de varredura, que o ácido cítrico 10%, utilizado como irrigante final, foi capaz de realizar a abertura dos orifícios dos túbulos dentinários.

Smith & Wayman (1986) descreveram a formação do *smear layer* obstruindo os túbulos dentinários em canais instrumentados, após preparo mecânico cuidadoso. Os autores relataram ainda a possibilidade de remoção dessa camada com auxílio de quelantes. No estudo foi comparada a eficácia antimicrobiana do ácido cítrico 25%, ácido cítrico 50%, hipoclorito de sódio e solução salina estéril, em intervalos de 5 e 15 minutos. Os resultados revelaram que apesar do ácido cítrico possuir ação antimicrobiana, ele não foi tão eficaz como o hipoclorito de sódio a 5,25%. Assim, os autores sugeriram que a irrigação ideal dos canais radiculares deve envolver o uso de hipoclorito de sódio e ácido cítrico, sendo este último como irrigante final.

Pelo fato de quelantes como os ácidos cítrico e láctico ocorrerem naturalmente no organismo, pensa-se que os mesmos sejam mais aceitáveis biologicamente. Mota (1987) aplicou diferentes concentrações do ácido cítrico no globo ocular para observar o nível de dano tecidual. Ele observou que o ácido cítrico 20% é muito agressivo, mas que os tecidos são capazes de retornar à normalidade em 96 horas. Com o ácido cítrico 10 e 15%, esse retorno foi mais rápido, ou seja, em torno de 15 a 20 minutos. Assim, a concentração de ácido cítrico mais indicada para remover o *smear layer* é 10%, pois é eficaz e pouco citotóxica para os tecidos humanos.

Savioli *et al.* (1993) pesquisaram a capacidade de limpeza dos canais radiculares promovida pelo líquido de Dakin e pelo ácido cítrico em três concentrações, 3%, 6% e 10%. As soluções testadas não foram capazes de remover completamente os detritos do interior dos canais radiculares. Os terços apicais apresentaram maior quantidade de detritos que os terços médios para todas as soluções testadas.

Sterrett *et al.* (1993) analisaram diferentes concentrações de ácido cítrico e observaram que a quantidade de desmineralização da dentina está diretamente relacionada com o tempo de aplicação do ácido.

O estudo de Hennequin *et al.* (1994) avaliou o efeito de soluções de ácido cítrico em fatias de dentina radicular. As soluções foram preparadas a partir do pó puro de ácido cítrico obtido a partir da cristalização da água e água destilada, o que forneceu diferentes concentrações das soluções e resultando em diferentes valores de pH. Os resultados de desmineralização revelaram que as soluções a

50% pH 0.8 e 20% pH 1.3 tiveram efeitos semelhantes, porém inferiores ao efeito do ácido cítrico 30% pH 1.1.

Yamaguchi *et al.* (1996) estudaram os efeitos de soluções de ácido cítrico e da solução de EDTA como agentes descalcificantes e de limpeza na irrigação dos canais radiculares e seus efeitos antimicrobianos. A mistura de dentina em pó foi mais solúvel em soluções de 0,5M, 1M, e 2M de ácido cítrico do que em 0,5M de solução de EDTA. A solução de ácido cítrico demonstrou efeitos antimicrobianos sobre todas as bactérias utilizadas.

Di Lenarda *et al.* (2000) investigando, através de microscopia eletrônica de varredura, a efetividade das soluções de ácido cítrico 1mol L^{-1} e de EDTA 15% na capacidade de remoção do *smear layer*, concluíram que os efeitos dessas substâncias na dentina humana foram semelhantes.

Scelza *et al.* (2000) avaliaram, através de microscopia eletrônica de varredura, a quantidade de orifícios de túbulos dentinários expostos a partir da associação do hipoclorito de sódio com o ácido cítrico 10%, com o EDTA-T e com H_2O_2 utilizados na irrigação final. Os autores concluíram que não houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos.

West *et al.* (2001) analisaram através de um perfilômetro a erosão causada por soluções de ácido cítrico com diferentes pH's, de ácido fosfórico e de ácido hidrocloreídrico. Eles observaram que em toda a faixa de variação de pH o ácido cítrico (pH 2,15 a 6,0) apresentou dissolução e efeito quelante superiores ao ácido hidrocloreídrico (pH 2,15 a 6,0).

Scelza *et al.* (2001) avaliaram soluções de ácido cítrico 10% e EDTA- T e concluíram que essa última solução apresenta citotoxicidade mais elevada para fibroblastos humanos.

Breschi *et al.* (2002) analisaram através de microscopia eletrônica de varredura de alta resolução o efeito do ataque ácido em dentina humana. Eles observaram que as soluções de ácido cítrico em diferentes valores de pH foram capazes de remover o *smear layer* e remover parcialmente os *smear plugs*. Além disso, o ácido cítrico apresentou maior efeito de desmineralização em pH 1,4 do que em pH 7,0.

Haznedaroglu (2003) avaliou a capacidade de remoção do *smear layer* de soluções de ácido cítrico. Inicialmente uma solução de ácido cítrico 50% (m/v) foi preparada a partir do pó puro de ácido cítrico foi misturado com água destilada.

Depois essa solução foi diluída em água bidestilada para preparar concentrações de 25%, 10% e 5% (m/v). Outros grupos foram formados tamponando essas soluções com hidróxido de sódio elevando o pH para 6 e mantendo a concentração correta. Os resultados revelaram que: 1) as soluções de baixa concentração (5%, 10% e 25%) com valores de pH mais baixos foram mais eficazes do que com valores elevados de pH; 2) maior destruição da dentina intertubular foi observada com a solução em maior concentração (50%) e pH mais baixo.

Scelza *et al.* (2003) avaliaram a eficiência da remoção de cálcio da dentina pelas soluções de EDTA 17%, ácido cítrico 10% e EDTA-T. Os resultados revelaram que o ácido cítrico e o EDTA foram mais eficientes que o EDTA-T.

Zehnder *et al.* (2005) avaliaram a redução da tensão superficial de soluções de EDTA 15,5%, ácido cítrico 10% e HEPB adicionando a elas o detergente Tween 80 e propilenoglicol 9%. Os resultados revelaram redução de até 50% da tensão superficial. Contudo, a redução da tensão superficial não aumentou a quantidade de cálcio removida pelo processo de desmineralização.

Götze *et al.* (2005) avaliaram a capacidade de remoção do smear layer pela associação do hipoclorito de sódio 1% e diferentes concentrações do ácido cítrico (4%, 6%, 8% e 10%). Através de scores atribuídos a imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura os autores constataram que todas as concentrações das soluções de ácido cítrico foram eficientes.

2.2.4 Outras Substâncias

Alguns compostos derivados de óxidos, como o BDA, possuem propriedades anti-sépticas e têm sido utilizados na Medicina contra infecções bacterianas e fúngicas. Kaufman *et al.* (1978) relataram que essa substância, além de apresentar biocompatibilidade com os tecidos perirradiculares e baixa tensão superficial, é capaz de remover o *smear layer* em toda a extensão do canal radicular.

Bitter (1989) verificou, por meio da microscopia eletrônica de varredura, que o ácido tânico 25% foi capaz promover uma limpeza das paredes dentinárias instrumentadas.

Existem na literatura médica diversas investigações sobre uma variedade de substâncias quelantes como o CDTA e o EGTA, utilizadas para desintoxicação de pacientes contaminados com metais pesados (Sousa-Neto *et al.* 2002).

O EGTA teve seu uso sugerido na Endodontia por Çalt & Serper (2000). Nesse estudo foi comparada, através de microscopia eletrônica de varredura, a capacidade de remoção do *smear layer* do EDTA e do EGTA. Eles observaram que as duas substâncias foram eficazes, mas, ao contrário do EDTA, o EGTA não causou erosão dos túbulos dentinários. Cruz-Filho *et al.* (2002) observaram que o EGTA 1%, 3% e 5% causaram redução da microdureza dentinária.

Cruz-Filho *et al.* (2001) estudaram a relação entre o efeito quelante das soluções de EDTAC, CDTA e EGTA e a microdureza dentinária. A análise estatística dos dados revelou que todas as substâncias quelantes analisadas reduziram significativamente a microdureza dentinária quando comparadas ao efeito do grupo controle (água destilada). Entretanto não houve diferenças estatisticamente significativas entre elas.

Souza-Neto *et al.* (2002) avaliaram o efeito das soluções de EDTA, EGTA e CDTA na adesividade de quatro cimentos endodônticos e na microdureza dentinária. Os autores não encontraram correlação entre a adesividade do cimento e a microdureza dentinária.

Barkhordar *et al.* (1997) demonstraram que um antibiótico da família da tetraciclina foi efetivo para remover o *smear layer* da superfície de canais instrumentados. Haznedaroglu & Ersev (2001) observaram que a tetraciclina apresentou resultados semelhantes ao ácido cítrico 50%, porém com menor desmineralização da dentina peritubular.

Em 2003, Torabinejad *et al.* (2003) propuseram a utilização de uma nova substância, o MTAD, como irrigante final na instrumentação de canais radiculares. Essa substância contém uma mistura de um isômero de tetraciclina, um ácido e um detergente. Esse estudo demonstrou que essa substância foi efetiva para a remoção do *smear layer* e não causou uma mudança significativa na estrutura dos túbulos dentinários. Estudos mais recentes também têm investigado as propriedades dessa nova substância e os resultados têm revelado que: ela deve ser utilizada em combinação com o hipoclorito de sódio para a remoção do *smear layer*; sua utilização não representa causa de maior desconforto após a instrumentação do canal radicular; apresenta capacidade de solubilização similar

ao EDTA; apresenta efetiva atividade antibacteriana; baixa citotoxicidade (Torabinejad *et al.*, 2002, Beltz *et al.*, 2003, Torabinejad *et al.*, 2003, Zhang *et al.* 2003, Torabinejad *et al.* 2005). Contudo, o estudo de Tay & Pashley (2001), utilizando microscopia eletrônica de transmissão, revelaram que tanto o MTAD quanto o EDTA foram capazes de remover o *smear layer* e que o MTAD criou uma zona de desmineralização ao redor dos túbulos dentinários maior que o EDTA.

2.3 Resumo da Revisão de Literatura

- A estrutura do smear layer só pôde ser estudada a partir da observação no MEV realizada primeiramente por McComb & Smith (1975).
- Apesar da grande controvérsia existente sobre a necessidade de remoção do smear layer, diversos autores demonstraram melhoria da limpeza do canal radicular e da adaptação dos materiais obturadores às paredes dentinárias.
- Muitos métodos, como a utilização de diferentes substâncias químicas, de ultra-som e de laser, já foram propostos para remover o *smear layer*, mas a aplicação de substâncias quelantes no canal radicular é o mais utilizado.
- O EDTA foi o primeiro quelante utilizado para remover o smear layer dos canais radiculares e tem o uso amplamente difundido até hoje.
- O EDTA captura íons cálcio da matriz dentinária, removendo o *smear layer* e causando desmineralização dentinária. Outros efeitos também foram relatados: remoção de proteínas da matriz, redução da microdureza dentinária, abertura dos túbulos dentinários e aumento da rugosidade da superfície.
- Diversos estudos demonstram que o EDTA parece ter um efeito auto-limitante e que a solução a 17% com pH neutro ($\approx 7,0$) é a que apresenta maior potencial quelante dentre as estudadas. O aumento do tempo de exposição da dentina também aumentou a capacidade de quelação.
- O EDTAC foi criado pela adição de um detergente (Cetavlon[®]) ao EDTA com o objetivo de diminuir a tensão superficial, aumentando a capacidade do quelante de penetrar na dentina.
- Diversas substâncias já foram associadas ao EDTA com o objetivo de melhorar as propriedades desse quelante.
- O ácido cítrico em diferentes concentrações têm sido sugerido para remoção do smear layer do canal radicular.
- Apenas recentemente observou-se que o pH das soluções de ácido cítrico estava diretamente relacionado com os efeitos na dentina. O pH mais ácido das soluções aumenta o potencial de quelação.
- A ausência de relatos sobre a composição das soluções dificulta o entendimento sobre seus efeitos.

- Existe uma enorme quantidade de substâncias utilizadas para remover o smear layer. Até hoje novas substâncias ainda são lançadas no mercado odontológico com esse objetivo.
- Apesar da enorme quantidade de estudos que geralmente utilizam a microscopia eletrônica de varredura para investigar as propriedades das diferentes substâncias quelantes, não há um consenso sobre seus respectivos efeitos. Isso se deve a diferentes metodologias, concentrações e pH's das soluções e tempos de trabalho utilizados.