

**ESTUDO “IN VITRO” DA INFILTRAÇÃO BACTERIANA EM OBTURAÇÕES  
RADICULARES DE DENTES BOVINOS.  
(INFLUÊNCIA DO USO DO E.D.T.A A 17% E DO LASER Er:YAG E Nd:YAG)**

**PATRÍCIA DE ALMEIDA RODRIGUES DA SILVA E SOUZA**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de Endodontia.

**(Edição revisada)**

BAURU  
2004

**ESTUDO “IN VITRO” DA INFILTRAÇÃO BACTERIANA EM OBTURAÇÕES  
RADICULARES DE DENTES BOVINOS.  
(INFLUÊNCIA DO USO DO E.D.T.A A 17% E DO LASER Er:YAG E Nd:YAG)**

**PATRÍCIA DE ALMEIDA RODRIGUES DA SILVA E SOUZA**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de Endodontia.

**Orientador:**

Prof.Dr. Norberti Bernardineli

**(Edição revisada)**

BAURU

2004

Si38e

Silva e Souza, Patrícia de Almeida Rodrigues

Estudo "in vitro" da infiltração bacteriana em obturações radiculares em dentes bovinos (influência do uso do E.D.T.A. à 17% e do laser de Er:YAG e Nd:YAG).

p.117 : il. ; 30 cm.

Tese. (Doutorado) -- Faculdade de Odontologia de Bauru. USP.

Orientador: Prof. Dr. Norberti Bernardineli.

## DADOS CURRICULARES

25 de julho de 1969 Belém – PA.	Nascimento.
Filiação	Armando Ferreira Rodrigues. Iris Maria de Almeida Sousa Rodrigues.
1987 – 1991	Graduação em Odontologia – Universidade Federal do Pará – PA.
1991	Curso de Especialização em Dentística Restauradora, Faculdade de Odontologia de Bauru–SP.
1992	Curso de Especialização em Endodontia – PROFIS/ Bauru-SP.
1997 – 1999	Curso de Pós – Graduação em Endodontia, em nível de Mestrado, Faculdade de Odontologia de Bauru-USP.
2000-2004	Curso de Pós – Graduação em Endodontia, em nível de Doutorado, Faculdade de Odontologia de Bauru-USP.
Associações	Conselho Regional de Odontologia do Estado do Pará Conselho Regional de Odontologia do Estado do Amapá

Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas.

Grupo Bauruense de Endodontia.

Sociedade Brasileira de Pesquisas  
Odontológicas.

Associação dos Pós-Graduandos da  
Faculdade de Odontologia de Bauru-USP.

Associação Brasileira de Odontologia-  
Secção – Pa.

## Oração ao Senhor

Senhor, que és o céu e a terra, que és a vida e a morte! O sol és tu e a lua és tu e o vento és tu! Tu és os nossos corpos e as nossas almas e o nosso amor és tu também. Onde nada está tu habitas e onde tudo está - (o teu templo) - eis o teu corpo.

Dá-me alma para te servir e alma para te amar. Dá-me vista para te ver sempre no céu e na terra, ouvidos para te ouvir no vento e no mar, e mãos para trabalhar em teu nome.

Torna-me puro como a água e alto como o céu. Que não haja lama nas estradas dos meus pensamentos nem folhas mortas nas lagoas dos meus propósitos. Faze com que eu saiba amar os outros como irmãos e servir-te como a um pai.

Minha vida seja digna da tua presença. Meu corpo seja digno da terra, tua cama. Minha alma possa aparecer diante de ti como um filho que volta ao lar.

Torna-me grande como o Sol, para que eu te possa adorar em mim; e torna-me puro como a lua, para que eu te possa rezar em mim; e torna-me claro como o dia para que eu te possa ver sempre em mim e rezar-te e adorarte.

Senhor, protege-me e ampara-me. Dá-me que eu me sinta teu. Senhor, livra-me de mim.

Fernando Pessoa

**Aos meus queridos pais, Armando e Iris:**

Agradeço a Deus a benção por ter me presenteado pais tão maravilhosos, que com suas atitudes me ensinaram o caminho de uma vida honesta, justa e feliz.

A cada instante de nossa convivência percebo o quanto é importante a simplicidade de nossos atos, a cumplicidade com as pessoas que nos rodeiam, a generosidade com o próximo, a honestidade com nossos sentimentos.

Além de todo esse aprendizado, agradeço o carinho e o amor com que sempre cuidaram de mim. Por toda a minha vida vou guardar seus passos, ensinamentos e peço a Deus que me torne um espelho de vossos atos.

Amo muito vocês, por tudo que são.

O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada,  
Caminhando e semeando, no fim terás o que colher( Cora Coralina)

**Aos meus adoráveis filhos, Daniel e Vinícius**

Além de dedicar este trabalho a vocês, agradeço todos os momentos em que fui constantemente interrompida; seja por um choro, um abraço ou um beijo!

Isso contribuiu para diminuir os momentos que precisei estar ausente.

Meus amados filhos, vocês representam o maior ganho que poderei alcançar na minha vida.

**Ao Mário,**

Ao seu lado aprendi que nossas conquistas devem ser edificadas sob o solo da sinceridade, amizade, e, sobretudo honestidade.

"De que vale o homem conquistar o mundo se ele perder sua alma".

Admiro-te muito como pessoa e obrigada pelo apoio, compreensão, companheirismo e amor que você tem me dado.

**Aos meus irmãos, Amando e Carlos**

Tive a sorte ter como irmãos verdadeiros amigos. Tenho certeza que posso contar com o apoio e amor de vocês a qualquer instante.

**As minhas cunhadas, Helena e Márpia, as minhas sobrinhas , Rafaela, Marcela e Luana e a tia Beta.**

Nossa convivência é muito especial.

A nossa família é o meu maior tesouro. Amo muito todos vocês!



Ao Prof. Dr. Norberti Bernardineli

*Pela confiança que depositou na minha pessoa durante todos esses anos.*

*Agradeço a orientação deste trabalho e os ensinamentos compartilhados,  
que sem dúvida nenhuma foram importantes durante toda a minha formação.*

Aos meus amigos que se fizeram presentes nos momentos mais importantes que vivi em Bauru. Levarei vocês sempre comigo: Ana, Ricardo, Andréa, Kenji, Cris, Renata, Mônica, Flaviana e Tereza.

**“ As pessoas entram e saem de nossas vidas, mas elas não vão só  
Sempre levam um pouco de nós e deixam um pouco de si”**

- À Faculdade de Odontologia de Bauru-SP.
- À Coordenação do curso de Pós-graduação.
- Ao Prof. Dr. Sérgio Torres pela ajuda e orientação da parte experimental deste trabalho.
- Aos professores de Endodontia pelos seus ensinamentos, não somente teóricos, científicos, mas de vida. Muito obrigada profs: Roberto Brandão, Ivaldo Moraes, Alceu Berbert e Clóvis Bramante.
- A todos os professores da FOB que por meio da sua dedicação ao ensino contribuíram para minha formação profissional e acadêmica.
- Aos colegas de curso pela convivência harmoniosa que tivemos durante esses anos: Carlos Henrique, Carlos Herrera, Luciana, Vânia, Flaviana, Christian, Fabiana, Sérgio.
- Aos funcionários do departamento de Endodontia pela amizade e palavras de incentivo: Sueli, Patrícia, Neide e Edmauro
- Ao saudoso Dr. Conte, pessoa que tive o privilégio de conviver e acompanhar parte de seus feitos, sempre com a intenção de beneficiar e atender ao próximo.

- Aos alunos, funcionários e professores da UNIP (campus Bauru): aprendi muito com vocês.
- Às pessoas que me apoiaram na minha caminhada profissional; Tio Gastão, Dr. Heli Brosco, Laerte, Lílian, Sueli.
- Às auxiliares do Centrinho, Edna, Alaíde, Wilma e Beth, pessoas que me ensinaram muito com sua prática.
- Ao Nelson do departamento de Dentística, Materiais Dentários e Endodontia da FOB, que com sua criatividade e atenção me auxiliou em vários momentos.
- Ao André do departamento de Microbiologia pela ajuda durante a parte experimental deste trabalho
- Aos funcionários da Biblioteca pela atenção com que sempre me atenderam.
- Aos meus novos amigos e companheiros da Endodontia: Oscar, Luciana e Maneschy. Muito obrigada pela acolhida.
- À comunidade “Cesupiana” (professores, funcionários e alunos). Agradeço a atenção e carinho de todos.
- Ao Prof. Arcelino Lobato que concedeu o uso do laser de Nd:YAG.
- Aos amigos da especialização ABO-PA: Arcelino e Edyr.

# SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	XI
RESUMO.....	XII- XIII
1 – INTRODUÇÃO.....	2-7
2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	9-57
2.1. INFILTRAÇÃO MARGINAL.....	10
2.1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	10-12
2.1.2. INFILTRAÇÃO CORONÁRIA.....	12-22
2.1.3. TESTES DE INFILTRAÇÃO.....	22-28
2.2. CIMENTO OBTURADOR.....	28-33
2.3. SMEAR LAYER E MÉTODOS DE REMOÇÃO.....	34-57
2.3.1. SMEAR LAYER E E.D.T.A. ....	34-40
2.3.2. SMEAR LAYER E LASER.....	41-57
3 – PROPOSIÇÃO.....	59
4 – MATERIAL E MÉTODOS.....	61-73
4.1. SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES.....	61-62
4.2. TRAT. DA SUPERFÍCIE DENTINÁRIA E OBTURAÇÃO DO CANAL RADICULAR.....	63-68
4.3. INFILTRAÇÃO BACTERIANA.....	68-73
4.3.1. CONFECÇÃO DO DISPOSITIVO.....	68-70
4.3.2. PREPARO DO MEIO DE CULTURA E INOCULAÇÃO.....	70-73
4.3.2.1. MICROORGANISMO.....	70-71
4.3.2.2. MONTAGEM DO DISPOSITIVO.....	71-73
5 – RESULTADOS.....	75-78
6 – DISCUSSÃO.....	80-96

6.1. METODOLOGIA.....	81-84
6.2.RESULTADOS.....	84-96
7. CONCLUSÕES.....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100-114
ABSTRACT.....	116-117

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

1. SL – smear layer
2. E.D.T.A. – ácido etileno diamino tetracético
3. LASER – Ligth Amplification Stimulated Emission of Radiation
4. Nd:YAG - laser de neodymium-Yttrium- Aluminium Garnet
5. Er:YAG – laser de Erbium- Yttrium- Aluminium Garnet
6. CO<sub>2</sub> – laser de Dióxido decarbono
7. IL 1a – interleucina 1a
8. IL – 1b – intreleunina 1b
9. TNF- Fator de necrose tumoral
10. MTA – mineral trioxide aggregate
11. FAB – Fastidious Anaerobe Broth
12. NaOCl- hipoclorito de sódio
13. OZE – cimento de óxido de zinco e eugenol
14. PMCC – Paramonocloro fenol canforado

## RESUMO

Avaliou-se *in vitro* a infiltração da bactéria ***E. Faecalis*** no sentido coroa-ápice em obturações radiculares de dentes bovinos, variando-se a forma de remoção da smear layer. Noventa dentes foram limpos e 10mm radiculares foram utilizados neste experimento. As raízes foram instrumentadas pela técnica clássica com limas tipo K n.90, 110 e 120 sob irrigação abundante com solução de hipoclorito de sódio a 1%. Após, foram divididas em quatro grupos experimentais: **Grupo I:** aplicação do laser de Nd:YAG com 15Hz e 1,5W de potência, aplicado pelo método de contato, no sentido ápice –coroa, em movimentos helicoidais de retirada, com cinco segundos de aplicação por quatro vezes; **GRUPO II:** uso do laser de Nd:YAG à semelhança do GRUPO I, entretanto os parâmetros foram os seguintes: 15Hz, 2,0W; **GRUPO III:** representado pelo laser de Er:YAG utilizado com energia de 150mJ/10HZ em quatro aplicações de cinco segundos, aplicado da mesma forma que os grupos anteriores. **GRUPO IV:** realizou-se a remoção da “smear layer” com a aplicação da solução de E.D.T.A a 17% por três minutos; **GRUPO V e VI:** nos dois grupos controle, positivo e negativo, a remoção da SI foi realizada de forma semelhante ao grupo IV. Em seguida, realizou-se a obturação radicular pela técnica da condensação lateral e cimento AH Plus. Somente o grupo V foi obturado com um cone único sem cimento obturador. Foi desenvolvido um aparato especial para a análise da infiltração bacteriana que consistia dos seguintes passos: inclusão das raízes em tubos de plásticos tipo eppendorf, impermeabilização das raízes, esterilização em óxido de etileno, montagem posterior em frascos de vidro contendo no seu interior BHI estéril. Na porção superior do tubo de plástico, foram aplicados 500µL de ***E. faecalis*** ATCC 29212, padronizada em  $5 \times 10^5$  UFC/mL. Todo esse conjunto foi armazenado em 37<sup>o</sup>.C. A infiltração bacteriana, verificada pela turvação do meio de cultura estéril, foi checada diariamente por um período de 21 dias. Aproximadamente 78% das amostras infiltraram. Na análise comparativa entre os grupos, o teste do Qui-quadrado, revelou diferença estatisticamente significativa ( $p < 0.05$ ), assim para as comparações individuais foi aplicado o teste

de Tukey, com diferenças entre os grupos II e III e entre os grupos II e IV ( $p < 0,05$ ). Quanto ao tempo necessário para a infiltração o teste de Kruskal-Wallis mostrou haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p < 0,05$ ). Para identificar em quais grupos existia essa diferença, o teste de Dunn foi utilizado revelando diferença estatisticamente significativa apenas entre os grupos II e IV ( $p < 0,05$ ). Assim concluiu-se que a obturação radicular pela técnica da condensação lateral com cimento AH Plus é incapaz de impedir a infiltração bacteriana quando exposta a um meio de cultura; em função da diferença do número de espécimes infiltrado em cada grupo, verificou-se que o tipo de tratamento da dentina influencia no grau de infiltração bacteriana; o uso do laser de ER:YAG e Nd:YAG nesses parâmetros não mostrou benefício quanto à diminuição da infiltração bacteriana.



## ***1-INTRODUÇÃO***

---

## **1- INTRODUÇÃO:**

O adequado selamento do sistema de canais radiculares perpetua a desinfecção alcançada durante o preparo biomecânico e medicação intracanal, portanto, um requisito importante para o sucesso da terapia endodôntica. Esse objetivo é obtido em parte pela otimização alcançada entre a técnica de obturação e cimento obturador.

A guta-percha é o material obturador mundialmente usado e a sua popularidade se dá em função de suas excelentes propriedades como: impermeabilidade, bicompatibilidade com os tecidos periapicais, boa estabilidade dimensional, inalterabilidade da cor do dente, maleabilidade, possibilidade de remoção do interior do canal. Portanto, preenche praticamente todos os requisitos que, segundo GROSSMAN <sup>46</sup>(1958), seriam necessários para eleger um material obturador ideal.

Muito embora a guta-percha seja um adequado material preenchedor, ela não possui aderência às paredes do canal radicular, o que permite uma interface suscetível à infiltração bacteriana e fluidos teciduais. Nesse ponto, os cimentos obturadores alcançam destaque, pois é por meio da capacidade de vedação desse material, que se obtém a obliteração desses espaços. Somando a esse efeito, pode ainda possuir ação antimicrobiana, atuando sobre bactérias que permanecessem nos túbulos dentinários ou mesmo ramificações adjacentes ao canal principal.

Trabalhos que enfocam o fenômeno da infiltração afirmam que esta pode ocorrer através do material obturador e mais freqüentemente na interface da parede do canal radicular<sup>54, 132</sup>.

Para permitir uma maior intimidade entre o cimento obturador e as paredes do canal radicular, além das propriedades inerentes ao material, como, baixa contração depois da presa, adequado escoamento, os trabalhos procuram identificar, ou mesmo, correlacionar qual o melhor tratamento da parede do canal radicular, após o preparo biomecânico, especialmente no que concerne a remoção ou não da *smear layer* (SL)<sup>16, 20, 31, 57, 121</sup>. Possivelmente, tal conduta tem o objetivo único de verificar se em função disso ocorre uma melhor adaptação do cimento obturador às paredes radiculares e que possa resultar num menor índice de infiltração.

A SL é produto da ação dos instrumentos endodônticos manuais ou rotatórios sobre a parede do canal radicular, portanto, compõe-se de produtos orgânicos e inorgânicos<sup>71</sup>. Caracteriza-se estruturalmente por duas camadas sobrepostas, uma mais superficial, facilmente destacada e com espessura de aproximadamente 1 –2 $\mu$ m. A outra camada localiza-se mais profundamente, estendendo-se para o interior dos túbulos dentinários em uma espessura de até 40 $\mu$ m<sup>72</sup>. Dessa forma, a permanência da *smear layer* sobre as paredes do canal e no interior dos túbulos dentinários dificulta, ou mesmo, impede a penetração do cimento obturador nessas áreas, o que aumenta a probabilidade de infiltração. Por essas razões, PASHLEY<sup>87</sup> (1984) recomenda que a *smear layer* deva ser removida e substituída por um selante químico ou pelo *melting* da própria dentina.

Apesar desse fato, a literatura pertinente ao assunto não é unânime quanto à influência da *smear layer* no selamento das obturações radiculares. Os resultados encontrados na literatura variam desde a diminuição, nenhum efeito até aumento na infiltração, tanto coronária quanto apical. Possivelmente, aspectos pertinentes ao tipo de técnica e cimento obturador parecem também influenciar nesses resultados. A infiltração apical foi menor em dentes obturados com Sealer 26, quando previamente foi realizada a remoção da *smear layer*, entretanto, com o cimento ROTH 86, esse resultado não foi verificado<sup>30</sup>. GETTLEMAM; MESSER; ELDEEB<sup>36</sup>, em 1991, compararam os cimentos AH26, SULTAN e SEALAPEX, verificando que o aumento da adesividade do cimento às paredes do canal radicular só foi observado com o

cimento AH 26, quando a SL foi removida. Esses trabalhos reafirmam a hipótese levantada por EVANS; SIMON<sup>32</sup>, em 1986, que a diminuição da infiltração apical em função da remoção da SL está mais relacionada às propriedades físicas do cimento obturador.

Outro fato a ser considerado na decisão de remoção da SL é que a mesma abriga bactérias e seus subprodutos, o que significa presença constante de agentes irritantes, além do fato de que ao entrar em contato com fluidos teciduais com pH 6.0 esta se desintegra<sup>87</sup>.

Vários métodos têm sido empregados para eliminação da SL. Esses métodos incluem o uso de agentes químicos, físicos e mecânicos ou combinação desses modos para remoção de tecido orgânico e inorgânico, o que para estas finalidades, a solução de E.D.T.A . a 17% tem sido usada com sucesso. O ácido etileno diamino tetracético (E.D.T.A.) ao atuar sobre a camada residual proporciona uma parede de canal limpa, livre de detritos e com túbulos dentinários abertos<sup>20</sup>.

Atualmente, os aparelhos com LASER de uso odontológico têm sido indicados como ferramentas auxiliares na fase de preparo biomecânico. Desde de 1971, quando o laser foi usado na Endodontia por WEICHMAN; JONHSON<sup>125</sup>, vários estudos seguiram investigando sua interação e possíveis efeitos sobre a estrutura dentária. As propriedades importantes para o uso dos lasers no tratamento endodôntico incluem a capacidade da energia do laser em vaporizar o tecido mineralizado, resultando em fundição ou cristalização, efeito antimicrobiano, possuir um sistema de entrega flexível e capacidade de limpeza, refletindo em maior adaptação dos cimentos obturadores às paredes do canal radicular.

Alguns trabalhos<sup>42, 43, 51, 65, 69, 70, 85, 110,111,112, 135,136,137</sup> já reportaram que o laser quando aplicado na dentina causa o fenômeno de ablação, o que leva a alterações morfológicas, tais como: fusão, recristalização com obliteração dos túbulos dentinários, ou ainda simplesmente remoção total da smear layer com abertura dos túbulos dentinários.

Entre os efeitos gerados na dentina pelos lasers de Er:YAG e Nd:YAG existe uma ação quase que antagônica. Enquanto o primeiro causa remoção da smear layer com abertura dos túbulos dentinários<sup>78, 90, 110, 111</sup>; o segundo propicia uma parede de canal livre de debris, porém com aspecto de derretimento e recristalização da dentina, como demonstrou DEDERICH et al.<sup>28</sup> (1984) e outros<sup>43, 112</sup>.

CARVALHO<sup>19</sup> (2002) verificou uma melhoria na qualidade de selamento apical com a aplicação do laser de Nd:YAG nas paredes do canal radicular. Da mesma forma, PARK et al.<sup>86</sup> em 2001 verificaram que o laser de Nd:YAG diminuiu a infiltração apical em função da combinação de técnicas de instrumentação e obturação, alcançando melhores resultados em dentes instrumentados com sistema Profile taper 04 e obturados pela técnica da condensação vertical. Entretanto, VALE<sup>120</sup> (2001) após análise em microscopia óptica e eletrônica de varredura da união entre os cimentos AH PLUS, ENDOMETHASONE e KETAC ENDO e a dentina, concluiu que o laser de Er:YAG não melhorou a adaptação dos materiais avaliados.

Percebe-se que há contradições quanto à atuação do laser no que diz respeito à diminuição da infiltração. ZHANG et al.<sup>137</sup>, em 1998, alertaram que o sucesso clínico do uso do laser depende do seu comprimento de onda, potência, duração de pulsos, tempo de exposição e natureza do tecido a ser irradiado. Provavelmente esses sejam os fatores que determine resultados tão diferentes na literatura, já que os parâmetros empregados são diversos.

A integridade do selamento radicular pode ser interrompida, caso haja infiltração coronária. SAUNDERS; SAUNDERS<sup>98</sup> (1994) relataram que essa pode ser considerada umas das maiores falhas no sucesso do tratamento endodôntico e RAY; TROPE<sup>94</sup> (1995) vão além, consideram que a qualidade do procedimento restaurador coronário é um fator significativo no prognóstico endodôntico, muito mais do que a própria qualidade da obturação radicular. SWANSON; MADISON<sup>109</sup>, em 1987, verificaram que a exposição de dentes tratados endodonticamente à saliva artificial levou à infiltração entre 79-85% dos espécimes analisados. MAGURA et al.<sup>75</sup>(1991) investigaram o tempo necessário

para que bactérias presentes na saliva humana penetrassem em canais obturados por diferentes técnicas e obtiveram contaminação em todas as raízes num prazo de 30 dias. No trabalho clássico de TORABINEJAD; BORASMY; KETTERING<sup>115</sup> (1990) a recontaminação dos dentes obturados pelas bactérias *Staphylococcus epidermides* e *Proteus vulgaris* ocorreu em 88% (30 dias) e 85% (60 dias) respectivamente.

A infiltração coronária propicia o ingresso de bactérias e seus subprodutos no canal radicular, situação essa totalmente indesejável, pois os microorganismos são os responsáveis pela maioria das patologias que acometem os tecidos periapicais, originando processos inflamatórios com posterior destruição óssea. Algumas espécies bacterianas comportam-se de forma mais virulenta que outras, pela capacidade de produzirem LPS. Essa endotoxina é considerada o fator de maior virulência de bactérias G-, que segundo RAETZ et al.<sup>93</sup>(1993) amplificam as respostas humorais e inflamatórias. Além disso, a presença de LPS tem sido associada com dor e secreção de citocinas com IL-1a, IL-1b, TNF, prostaglandinas e bradisininas, todas capazes de estimular a reabsorção óssea. Assim, verifica-se que a presença bacteriana no sítio de alteração tecidual não é um fato “sine qua non”, já que os produtos liberados por elas são capazes de promover tais efeitos.

Dentre os métodos que avaliam a qualidade do selamento na interface dente material obturador, o uso de corante é um dos mais usados, principalmente por ser um método de fácil aplicação e análise. Entretanto, esse apresenta algumas limitações: primeiramente, não permite verificação da infiltração em todas as suas dimensões. Ademais, o tamanho da molécula do corante empregado pode superestimar a infiltração. Outro ponto, questionado na literatura, é a possível interação entre os corantes e os cimentos obturadores<sup>106</sup> resultando em leituras inadequadas. Assim, o uso de bactérias como traçadores, em trabalhos de infiltração, representam uma forma mais próxima do que acontece na cavidade bucal, permitindo uma interação dinâmica entre bactéria/material obturador.

Todos esses fatos aqui abordados comprometem a qualidade do tratamento endodôntico, assim, materiais, técnicas, bem como, a remoção ou não da smear layer devem ser investigados na tentativa de minimizar a infiltração bacteriana. Neste estudo, será abordada a influência dos métodos de remoção da SL na qualidade do selamento radicular, proporcionado em raízes bovinas obturadas com o cimento AH Plus. Para tal, será aplicado o teste de infiltração bacteriana no sentido coroa-ápice.

## ***2- REVISÃO DA LITERATURA***

---



## **2 - REVISÃO DA LITERATURA:**

A desinfecção favorecida pelas ações mecânica e química na fase de instrumentação radicular e complementada pelo uso da medicação intracanal confere um ambiente favorável ao reparo dos tecidos periapicais. Sugere-se que essa condição possa ser continuada com a adequada vedação do sistema de canais radiculares, que objetiva, dentre outros, o confinamento do remanescente bacteriano, diminuindo seu metabolismo e dificultando o acesso à região periapical, além de funcionar como um obstáculo físico e impedir, dessa forma, a penetração de outros microrganismos.

Uma vez deficiente o selamento, cria-se uma situação favorável à infiltração bacteriana<sup>93</sup>. Portanto, os estudos procuram elucidar os diferentes aspectos que se correlacionam na predisposição à infiltração, como: remoção ou não da smear layer, propriedades físico-químicas e biológicas dos materiais obturadores e técnica obturadora.

Todas essas variáveis norteiam a efetividade da qualidade da obturação dos canais radiculares, sendo necessária a revisão literária sobre os pontos relacionados acima.

## **2.1 – INFILTRAÇÃO MARGINAL:**

### **2.1.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS:**

A infiltração marginal pode ser definida como a passagem de fluidos, bactérias e partículas para o interior do canal radicular<sup>60</sup>. Assim, o material que se destina à substituição do tecido pulpar, além de ocupar o espaço do tecido removido, deve permitir a curto e longo prazo, que os tecidos periapicais fiquem isolados do meio externo.

A infiltração pode ocorrer na interface do cimento com a dentina, do cimento com o cone, através do cimento endodôntico ou pela dissolução do mesmo<sup>54</sup>. Quanto à interface dente/ material obturador vários questionamentos são realizados e por fim pesquisados, com intuito de definir qual a melhor forma de utilização dos materiais obturadores e sua interação com os tecidos dentários, procurando tornar essa área crítica menos suscetível à microinfiltração.

Um dos primeiros trabalhos relatados na literatura que se detiveram em estudar o comportamento dos materiais odontológicos, data de 1918 e foi realizado por **PRICE**<sup>92</sup>. Nota-se, desde então, a preocupação em aplicar um material que consiga adaptar-se às paredes dentinárias, impedindo a passagem de fluidos ou bactérias nessa interface. O material desse estudo foi a guta-percha. Foi demonstrada a variação volumétrica em função da temperatura, com expansão a partir de 40°C até 76°C. Outro ponto preocupante foi em relação à contração sofrida após o resfriamento, onde se demonstrou um volume de contração na ordem de 1,5%. Com esses resultados o autor justificou a maneira pela qual ocorria a infiltração e a necessidade do uso de um material de natureza plástica para preencher os espaços deixados pela guta-percha.

Nessa mesma linha de raciocínio **FRASER**<sup>34</sup>, em 1929, verificou o comportamento de diferentes materiais na época utilizados. Foram avaliadas a impermeabilidade e atividade antimicrobiana. O amálgama

comportou-se melhor em relação aos quesitos analisados. Sabe-se que esse comportamento deve-se à corrosão e com isso a liberação de íons metálicos que possuem ação antimicrobiana também ocupam os espaços de falhas na interface dente/material.

Décadas após **MARSHAL; MASSLER**<sup>76</sup> (1961) ainda questionavam: Qual a efetividade da vedação dos materiais utilizados na obturação dos canais radiculares? Eles realmente impedem a passagem de bactérias e suas toxinas? Na perda do material restaurador coronário, o material endodôntico se altera? E o que acontece em situação inversa?

Nota-se que sempre foi um desafio na Odontologia encontrar um material ou técnica que impeça a infiltração, já que os estudos clínicos mostravam que a maioria dos insucessos da terapia endodôntica estava relacionada a casos de obturações inadequadas<sup>55</sup>. Anos mais tarde, em 1996 **PETERSON et al.**<sup>91</sup>, baseados em uma avaliação radiográfica, encontraram uma alta frequência de radioluscência apical associada com falhas técnicas de preparo e obturação. Entretanto, com similar frequência também se verifica essa situação em canais radiograficamente bem selados, indicando que outros fatores de igual importância contribuem para o insucesso, como por exemplo, a anti-sepsia do sistema de canais radiculares.

**PASHLEY**<sup>88</sup>, em 1990, teceu algumas considerações clínicas a respeito da microinfiltração. Alertou que as diferenças locais do tecido dentinário dificultam a sua impermeabilização. Essa condição é encontrada na dentina radicular, no que se refere ao tamanho e número de túbulos dentinários ao longo dos terços coronário, médio e apical. Essas diferenças regionais podem gerar dificuldades na adaptação do material a ser aplicado. Além das características morfológicas do tecido dentinário, reportou que a presença da SL diminui a permeabilidade. Lembrou que a SL é composta por debris microcristalinos e colágeno desnaturado, e que pode ser destruída quando em contato com fluidos com pH de 6.0 a 6.8, justificando, assim, a necessidade de remoção da smear layer previamente à obturação radicular. Afirmou que a análise da microinfiltração “*in vitro*” deve ser encarada como teoricamente a quantidade

máxima de infiltração que pode ou não acontecer “*in vivo*”. Ressaltou, porém que quando um material não permite a infiltração, existe grande chance de sucesso clínico.

Diante da constatação dos diferentes estudos que afirmaram que o sucesso da terapia endodôntica dependia em grande parte da habilidade em se produzir obturações de canais radiculares que preenchessem hermeticamente o sistema de canais radiculares, houve um interesse muito grande por parte dos pesquisadores em estudar a qualidade do selamento obtido pelos diferentes tipos de materiais obturadores. A forma de se obter esses dados foi por meio dos estudos de infiltração marginal. Entre 1975 e 1976, trabalhos de infiltração representavam 2,9% dos trabalhos publicados no *Journal of Endodontics*, enquanto que entre 1989 e 1990 esse índice aumentou para 21,3%. Percebe-se, dessa forma, a significância dos estudos de infiltração marginal<sup>132</sup>.

### **2.1.2 – INFILTRAÇÃO CORONÁRIA:**

Com a conclusão da fase de sanificação e modelagem exercida pela fase de preparo biomecânico, cabe à obturação preencher completamente o espaço anteriormente ocupado pela polpa, prevenindo a reinfecção e evitando que o canal radicular torne-se um ambiente de manutenção e retenção de microrganismos.

A prática clínica tem mostrado, que os índices de sucesso da terapia endodôntica são elevados, desde que seja realizada, respeitando-se as diretrizes que regem as fases de instrumentação e obturação. As causas de exodontia de 116 dentes tratados endodonticamente foram avaliadas por **VIRE**<sup>122</sup> em 1991. Esses dentes foram coletados ao longo de um ano e divididos em grandes grupos de acordo com o tipo de falha: periodontal, endodôntica e protética. Do total 59,4% foram extraídos por falhas protéticas que incluíam fratura coronária, fratura radicular, fraturas traumáticas e restaurações inadequadas. As falhas periodontais constituíram 8,6% das indicações de exodontia, enquanto que as endodônticas permaneceram na faixa de 8,6%. Um dado interessante do trabalho foi em relação ao tempo de perda desses dentes, em função do tipo de

falha. Quando a indicação da exodontia era por motivo endodôntico a perda se dava mais rapidamente, e as maiores causas foram fratura vertical, preparo e obturação incorretos e reabsorção radicular.

Deve-se lembrar que os tecidos periodontais apicais e a polpa são zonas livres de microrganismos e o rompimento desse aspecto normalmente recai no desenvolvimento de patologias periapicais. A penetração de microrganismos no sistema de canais radiculares pode ocorrer por diversas vias: coronária, apical, periodontal, lesões contíguas e anacorese.

Embora se conheçam as diferentes vias de acesso dos microrganismos é interessante notar que a infiltração apical tem sido marcadamente mais avaliada<sup>132</sup>. Possivelmente esse fato pode ser explicado porque o selamento apical previne a reinfecção por anacorese e pelo fato desta região também estar em contato íntimo com os tecidos periapicais.

Apesar desse ponto ser importante para o sucesso da terapia endodôntica, um dos fatores de insucesso apontado na literatura é a recontaminação do canal radicular pela via coronária, visto que microrganismos podem alcançar os tecidos periapicais por falhas na restauração coronária, bem como, através do material obturador endodôntico<sup>14, 13, 76</sup>.

A vedação do sistema de canais radiculares pode ser rompida em diferentes circunstâncias como a falta do material restaurador, a perda do material provisório coronário ou fratura do elemento dentário. Diante dessas situações, o canal radicular e o material obturador ficam expostos a microrganismos presentes na boca. Diante deste fato questiona-se: em quanto tempo o material obturador é capaz de impedir a penetração e recolonização bacteriana?

A maioria dos estudos de infiltração mostra que dificilmente o material obturador endodôntico é capaz de impedir a recontaminação do canal radicular. Então como compreender os índices de sucesso da terapia endodôntica? Deve existir outro fator de igual importância e responsável para que

mesmo em situações de falhas de vedamento do material obturador, o tecidos periapicais se mantenham saudáveis. E ainda nesse contexto, o material restaurador coronário assumiria um papel primordial porque a ele também se deve a manutenção do isolamento dos tecidos periapicais do contato com microrganismos.

Diante desses aspectos a infiltração coronária tem sido considerada como um fator etiológico comprometedor do sucesso da terapia endodôntica. Estudos clínicos desenvolvidos nos últimos anos têm apontado para a dependência do sucesso da terapia endodôntica em relação à qualidade da obturação radicular e restauração coronária .

Estudos como o de **RAY; TROPE**<sup>94</sup> , em 1995, tentam correlacionar a qualidade do selamento coronário com a condição radiográfica periapical, visto que no canal obturado pode ocorrer o ingresso de microrganismos devido a falhas no selamento coronário. Foram avaliados radiograficamente 1010 dentes restaurados e tratados endodonticamente. A qualidade do tratamento endodôntico foi considerada boa (GE), caso o canal radicular estivesse completamente preenchido e sem falhas ao longo do material obturador, com o limite da obturação entre 0 e 2mm do ápice radicular, ou ruim (PE) se uma ou mais das características, acima mencionadas, não estivessem presentes. De forma similar as restaurações foram consideradas boas (GR) em que o critério de avaliação observou se as margens da cavidade estavam adequadamente seladas, ou ruins (PR), em situações na qual se apresentava com sobre contorno, margens desadaptadas ou cárie recorrente. O terço apical e as estruturas circunvizinhas foram classificados mediante a ausência de lesão apical(API) e presença de lesão apical (PPI). Do total, 61,07% dos dentes encontravam-se sem lesão apical. A presença de um bom selamento coronário significou mais casos sem lesão apical (80%) quando comparado com aqueles em que somente a obturação radicular foi considerada boa (75,7%). E o efeito contrário também foi identificado, ou seja, restaurações inadequadas resultaram em maiores casos de lesão apical (48,6%). Foi ressaltada a importância do selamento coronário e radicular na manutenção da saúde da região periapical, pois nessas ocasiões, 91,4% apresentavam-se sem alteração periapical.

Seguindo os mesmos parâmetros avaliativos **KIRKEVANG et al.**<sup>63</sup> em 2000, observaram radiograficamente 773 dentes tratados endodonticamente. A porcentagem de dentes com lesão apical(AP) foi de 52,3%. A obturação radicular com um adequado selamento lateral reduziu os casos de AP (44,3 contra 57,8%). Situação favorável também foi encontrada quando o material obturador encontrava-se em limites satisfatórios (42,0 contra 67,6%). A tendência a menores casos de AP foi observada quando o selamento coronário apresentava-se sem falhas (48,0 contra 63,9%). Como os trabalhos anteriores os maiores índices de ausência de lesão apical foram observados quando a obturação radicular e restauração coronária estavam satisfatórias (31 contra 78,3%).

Mais recentemente, atentos à necessidade de se estabelecer a influência do selamento coronário e qualidade das obturações radiculares com a presença de lesões periapicais **HOMMEZ; COPPENS; DE MOOR**<sup>53</sup> (2002) avaliaram clínica e radiograficamente 745 dentes com tratamento endodôntico. A análise englobou tanto a qualidade das restaurações como as obturações radiculares. A análise clínica das restaurações obedeceu aos seguintes critérios: qualidade da margem; exploração e detecção de fendas que se estendem do esmalte até dentina; fratura da restauração; perda da restauração. Quanto à análise radiográfica avaliou-se a presença de infiltração e falha do material restaurador. A qualidade da obturação foi estabelecida também por análise radiográfica que as classificou de acordo com o comprimento e homogeneidade do material obturador. De posse dos dados os autores correlacionaram as diferentes situações encontradas. Trinta e três por cento dos dentes avaliados apresentavam lesão periapical. Os dentes classificados com restaurações aceitáveis e inaceitáveis apresentaram 31,1 e 36,8% de lesões apicais respectivamente, sem diferença significativa. Entretanto, quando essas mesmas restaurações foram submetidas à avaliação radiográfica o índice de restaurações consideradas aceitáveis diminuiu para 23,8%, enquanto que as consideradas inaceitáveis subiu para 49,1%, com diferença significativa. Os dentes foram agrupados de acordo com os parâmetros que combinavam os resultados das análises clínica e radiográfica da qualidade da restauração coronária com a da obturação radicular. Quando a restauração e obturação foram

consideradas como aceitáveis (grupo A) a presença de lesão apical foi detectada em 22,5%. Nos casos de restaurações sem falhas com obturação deficiente houve lesão periapical em 34,4% (grupo B). A diferença entre esses dois grupos foi significativa. A combinação de restauração ruim e obturação satisfatória resultaram em 24,3% de presença de lesão apical. A pior situação foi registrada quando ambas estavam com a qualidade comprometida, pois o insucesso no reparo apical foi identificado em 43,2% dos casos analisados, com diferença significativa entre os grupos A e C. Os autores alertaram que tanto o selamento coronário quanto o radicular são importantes para o sucesso ao longo prazo da terapia endodôntica.

Diante desses trabalhos torna-se relevante o estudo da infiltração também pela via coronária, assim, em paralelo aos estudos clínicos citados anteriormente, ensaios laboratoriais foram realizados avaliando a capacidade de selamento proporcionado pelos materiais obturadores no que se relaciona a infiltração no sentido coroa-ápice. Os diferentes cimentos obturadores e técnicas foram estudados, bem como procedimentos que poderiam afetar a adaptação do material obturador às paredes dentinárias.

**SWANSON; MADISON**<sup>109</sup>, em 1987, avaliaram a infiltração no sentido coroa-ápice em dentes humanos que tiveram os canais preparados e obturados pela técnica da condensação lateral em conjunto com o cimento ROTH'S e divididos de acordo com o tempo de exposição à saliva artificial: três, sete, 14, 28 e 56 dias. A avaliação da infiltração medida pela penetração do corante tinta da Índia, evidenciou índices de infiltração em todos os grupos com média entre 11.704 e 13.167mm, sem diferença estatística. Neste trabalho, contribuiu para a avaliação dos espécimes a diafanização dos mesmos, pois permitiu verificar a penetração do corante tanto ao longo da parede radicular como no interior dos túbulos dentinários e entre os cones obturadores. Em função desses achados os autores apontaram a vulnerabilidade do cimento obturador à dissolução quando expostos à saliva, o que deve ser uma característica considerada no momento da escolha do cimento obturador.



Em um trabalho subsequente, nesse mesmo ano, **MADISON; SWANSON; CHILES**<sup>73</sup> expondo espécimes obturados com AH 26, Sealapex e ROTH'S à saliva artificial por 1 semana e depois a teste de microinfiltração, com corante, puderam verificar a diferença no selamento de acordo com o cimento utilizado. O cimento AH26 apresentou maiores índices de infiltração. No ano seguinte, como continuação ao trabalho anterior, **MADISON; WILCOX**<sup>74</sup> avaliaram a infiltração *in vivo*. Os dentes posteriores de macacos foram obturados, expostos à saliva durante 7 dias e após extraídos e submetidos ao teste de infiltração por corante. Houve infiltração em todos os grupos e sem diferença estatística entre os cimentos estudados: Sealapaex, Roth's 801e AH 26. Esses resultados levaram os autores a alertar para a importância clínica em se obter, após o tratamento endodôntico, um adequado selamento coronário.

**TORABINEJAD; BORASMY; KETTERING**<sup>115</sup> (1990) estudaram o tempo necessário para que dois tipos bacterianos penetrassem em canais igualmente instrumentados e obturados pela técnica da condensação lateral e cimento Roth's 801 em uma extensão de 10mm. Mais de 85 % dos dentes inoculados com a bactéria *P. vulgaris* apresentaram infiltração aos 66 dias. Aos 73 dias todos os dentes permitiram a infiltração, apresentando uma média de 0,2mm de infiltração ao dia. Com a bactéria *S. epidermides* a infiltração aconteceu mais rápida, com 51 dias, onde a velocidade de penetração foi em média de 0,4mm/dia. A motilidade do microrganismo não influenciou na velocidade de penetração. Os autores recordaram o trabalho de SWANSON; MADISON 1987 onde apontaram que fatores como o tipo de preparo radicular, soluções irrigadoras e tipo de cimento obturador podem influenciar no crescimento de determinados tipos microbianos, justificando assim a diferença encontrada nos resultados. Ressaltaram a necessidade de estudos de infiltração bacteriana com simulações mais próximas da realidade clínica.

Em virtude das constatações do material obturador ser incapaz de impedir a infiltração, **MAGURA et al.**<sup>75</sup> (1991) sugeriram que o retratamento endodôntico seja realizado em situações na qual o material obturador tenha ficado exposto à saliva, mesmo num período inferior a três meses. Atestaram que o aumento da infiltração é diretamente proporcional ao

tempo e deve-se dispor de atenção redobrada em canais obturados e preparados para o recebimento de um retentor intra-radicular.

**KHAYAT; LEE; TORABINEJAD**<sup>59</sup>, em 1993, monitoraram o tempo necessário para que bactérias presentes na saliva humana penetrasse em canais obturados sob duas condições; técnica da condensação lateral ou vertical empregando o cimento ROTH'S. Montaram um aparato a fim de isolar o meio de cultura estéril da coroa dentária, local onde se aplicava a saliva humana coletada diariamente. Assim, no momento que ocorria a turvação do meio de cultura estéril se estabelecia a infiltração através da obturação. A média de dias para a infiltração ocorreu entre 8-48 para o grupo da condensação lateral e 4-46 para a condensação vertical. Por esses dados, percebe-se a heterogeneidade dos resultados em um mesmo grupo. Provavelmente, a dificuldade na obtenção de espécimes obturados exatamente iguais com a mesma quantidade de cimento e com igualdade na distribuição dos canais adjacentes ao canal principal, implique na obtenção desses dados.

**GISH et al.**<sup>38</sup>, em 1994, investigaram a penetração bacteriana em dentes com canais obturados pela técnica da condensação lateral. Os canais foram biomecanizados, obturados e os dentes montados em um aparato próprio para o teste de infiltração bacteriana. Constatou-se que 85% (17 de um total de 20 dentes) dos espécimes apresentaram contaminação pela bactéria *S. anginosus* em 90 dias.

O estudo de **TORABINEJAD et al.**<sup>116</sup>, em 1995, verificaram o tempo necessário para que a bactéria *Staphylococcus epidermidis* penetrasse através de 3mm de espessura de amálgama, IRM, MTA e Super- EBA, aplicados em cavidades retrógradas. Cinquenta e seis dentes humanos unirradiculados tiveram os canais instrumentados pela técnica do escalonamento regressivo. Os três milímetros apicais foram removidos e a cavidade retrógrada confeccionada com uma profundidade de, também, três milímetros e em seguida preenchida com um dos materiais analisados. Após todo processo de esterilização e montagem dos dentes em um recipiente próprio para verificar a infiltração bacteriana, uma cultura de aproximadamente  $7,5 \times 10^6$  de *S. epidermidis* em 0,1ml de meio de

cultura foi cuidadosamente colocada no interior do canal radicular pelo acesso coronário. Todos os espécimes do grupo do IRM infiltraram entre oito e 52 dias. Nove espécimes do grupo obturado com amálgama infiltraram entre 6 e 50 dias. Somente dois espécimes mostraram-se sem infiltração no grupo do cimento Super-EBA, no qual a média de dias para a penetração bacteriana foi de 34,5 dias. Ao contrário dos outros materiais o cimento MTA se comportou com resultados satisfatórios no qual dois espécimes de uma amostra de dez dentes permitiram a passagem da bactéria (25<sup>o</sup> e 41<sup>o</sup> dia).

O trabalho de **TROPE; CHOW; NISSAN**<sup>117</sup>, em 1995, investigou a passagem de endotoxina pelo material obturador radicular, simulando situações na qual não exista o selamento coronário. Utilizaram 24 dentes uniradiculados instrumentados que primeiramente permaneceram armazenados em 5cc de pirogênio livre de água. Após 48 horas 0.1ml era removido e testado a presença de endotoxina, que se positivo inviabilizava o uso do dente no teste. Dezesesseis dentes tiveram os canais obturados pela técnica da condensação lateral e o restante serviu como controle positivo e negativo. No grupo controle positivo os dentes foram obturados sem cimento e a impermeabilização realizada em toda a raiz, exceto o forame apical. No grupo experimental, procedeu-se da mesma forma com o uso do cimento obturador. O grupo controle negativo serviu para comprovar a eficiência do método, portanto todo o dente foi impermeabilizado. No total todos os dentes do grupo controle positivo e 5 do grupo experimental permitiram a passagem de endotoxina pelo material obturador. Os autores elucidaram a importância do material obturador como inibidor da infiltração, pois quando não presente permitiu a infiltração de 100% dos casos.

**SAUNDERS; SAUNDERS**<sup>97</sup>, em 1995, verificaram que a técnica do JS Quickfill é inferior à técnica da condensação lateral, quando eram feitas leituras de infiltração de corante no sentido coroa-ápice. A maior média de infiltração ocorreu com a combinação Sealapex e JS Quickfill. A condensação lateral apresentou menores índices de infiltração, no grupo de dentes obturados pelo cimento Apexit, embora sem diferença estatística. Um ponto diferente na

metodologia desse trabalho foi a imersão dos espécimes em corante somente após um ano da obturação com estocagem em ambiente úmido e a 37<sup>o</sup> C.

Alguns trabalhos até agora citados reforçam a hipótese de que a perpetuação do sucesso da terapia endodôntica é dependente da habilidade em se prevenir a recontaminação bacteriana. **BERUTTI**<sup>17</sup> (1996) preparou e obturou pela técnica da condensação vertical e cimento EWT 32 canais de dentes uniradiculados, com o propósito de investigar a recontaminação pela saliva através dos túbulos dentinários expostos em função da perda do cimento radicular. Dessa forma, após o preparo inicial, 3mm cervicais das raízes foram raspados com cureta de Gracey até o desnudamento da dentina radicular, em seguida essa região foi submetida à ação de ácido cítrico por 30" e lavada com água por 5'. Procedida a impermeabilização da área não raspada os espécimes permaneceram armazenados em saliva por 20, 40 e 80 dias, em seguida em corante por 48 horas. Após sofrerem processo de diafanização a penetração do traçador foi medida da porção cervical até o ápice. Todos os espécimes evidenciaram infiltração e a penetração do corante entre o material obturador e a parede do canal aumentou de acordo com o tempo de exposição.

A limitação de selamento do material obturador parece ser influenciada por diferentes fatores, pois, **TAYLOR; JEANSOMNE; LEMON**<sup>113</sup> em 1997 relacionaram a remoção ou não da smear layer, tipo de cimento obturador e técnica aplicada, a fim de obter um menor índice de infiltração coronária. Encontraram como melhor resultado a associação das técnicas condensação lateral, vertical e Thermafil com o uso de um cimento com características adesivas, AH<sub>26</sub>, e a remoção da smear layer. A seguir se encontra transcrito a tabela dos resultados encontrados no trabalho citado.

TABELA 1: Média da penetração do corante(mm)

GR	TÉCNICA DE OBTURAÇÃO	SMEAR LAYER	
		AUSÊNCIA	PRESENÇA
1A	Condensação lateral/AH-26	3,85 C,D	6,30 B
1B	Condensação lateral/ Roth´s 811	6,15 B	6,30 B
2A	Condensação lateral/AH <sub>26</sub> / condensação vertical	3,40 D	5,30 B, C, D
2B	Condensação lateral/Roth´s/ condensação vertical	5,10 B, C, D	5,55 B, C
3	Condensação vertical/ AH <sub>26</sub>	3,70 C, D	3,80 C, D
4A	Thermafil/AH <sub>26</sub> com condensação vertical	3,75 C, D	4,30 B, C, D
4B	Thermafil/AH-26 sem condensação vertical	9,15 A	9,25 A
5	Obtura/ AH <sub>26</sub>	4,15 C, D	4,95 B,C,D
6	Ultrafil/ A <sub>26</sub>	8,55 A	8,70 A
7	Ketac- Endo/	4,65 B, C, D	5,40 B, C, D

As medidas seguidas da mesma letra não são diferentes estatisticamente( $p=0,05$ ).

Adaptado de TAYLOR et al 1997

Alguns autores utilizam um “mix” bacteriano nos testes de infiltração, isso com o objetivo de melhor se aproximar às condições “*in vivo*”. **BARRIESHI et al.**<sup>11</sup>, em 1997, estudaram a infiltração via coronária de *P. micros*, *C. rectus* e *F. nucleatum* em canais que foram obturados e preparados para o recebimento de um retentor intra-radicular . Foram avaliados dois aspectos: o tipo de penetração bacteriana e a presença de bactérias nas paredes laterais do canal radicular. Houve infiltração em 80% dos dentes e o tempo necessário para penetração dos microorganismos na extensão obturada variou entre o 48<sup>o</sup> e o 84<sup>o</sup> dias. No mesmo ano, utilizando *S.sanguis* e *P.intermédia* **CAHILERTVANITKUL; SAUNDERS; MACKENZIE**<sup>23</sup> (1997), após exporem obturações radiculares à saliva humana por 6 meses verificaram a infiltração foi em 17 dias. Ao final do período experimental, 50 e 70% dos espécimes obturados com Apexit e Tubliseal respectivamente, permitiram a passagem dos microorganismos em 90 dias.

A influência do selamento coronário em impedir a recontaminação radicular pela via coronária também foi investigada por **BARTHEL et al.**<sup>12</sup>, em 1999. Os autores compararam diferentes tipos de

materiais seladores coronários em dentes obturados e verificaram que a infiltração bacteriana pode ocorrer em 12 dias e que somente o ionômero de vidro ou a combinação deste com IRM foram eficazes em um período superior a 30 dias. Seguindo o mesmo parâmetro de investigação, no ano de 2001, **BARTHEL et al.**<sup>13</sup> verificaram que os materiais restauradores adesivos (Clearfil, CoreRestore), ionômero de vidro (Ketac Fil) e IRM foram capazes de impedir a penetração bacteriana ao longo do material obturador por 4 semanas. Ressaltaram que, pelo fato de alguns espécimes terem infiltrado com um dia, o intervalo entre o término da endodontia e restauração deve ser o menor possível.

Diante dos achados encontrados na literatura alerta-se para o cuidado com o selamento coronário que deve possuir igual atenção, pois a recontaminação dos canais radiculares pode ocorrer em tempos mínimos e essa situação parece não depender somente do sistema de obturação aplicado: técnica e cimento obturador. Esses achados denotam a deficiência do material obturador em funcionar isoladamente como barreira para o deslocamento dos microrganismos que invadem o sistema de canais radiculares, no sentido cervico-apical.

### **2.1.3 – TESTES DE INFILTRAÇÃO:**

A utilização da guta-percha associada ao cimento obturador representa um consenso mundial como materiais de escolha para a obturação radicular. A guta-percha tem como principal vantagem a característica de ser impermeável, e também torna-se vantajoso o seu uso devido a possibilidade de compactação, fácil remoção e radiopacidade adequada. Entretanto é deficiente quanto à aderência aos tecidos dentários e apresenta dificuldade em se adaptar as irregularidades da parede do canal radicular. O cimento obturador possui aderência às paredes dentinárias e pelo seu escoamento pode preencher os espaços vazios, por outro lado, é mais suscetível a dissolução em contato com fluidos teciduais.

Torna-se necessário o estudo dos materiais obturadores, em especial os cimentos, quanto ao seu comportamento físico, químico e biológico e a melhor maneira de inserção, por meio das diferentes técnicas obturadoras.

Durante muitas décadas os trabalhos de infiltração marginal têm sido aplicados para analisar o comportamento dos sistemas obturadores (técnica x cimento), Essa metodologia se destaca por ser um método de simples aplicação e leitura. São utilizados traçadores químicos ou biológicos para evidenciar os espaços vazios presentes na obturação e na interface dente/material obturador. Outras formas de avaliação também são utilizadas com esta mesma finalidade: ar pressurizado, condutividade elétrica, microscopia eletrônica de varredura ou luz polarizada, permeabilidade, traçadores radioisótopos<sup>26, 48, 132</sup>.

Dentre os citados, o uso do corante tem sido o mais utilizado. Essa metodologia foi idealizada na suposição de que a penetração linear do traçador pode indicar o comprimento da fenda existente entre o material obturador e a parede do canal radicular. O primeiro trabalho que reportou o uso de corantes químicos foi realizado por **GROSMAN**<sup>45</sup>, em 1939, que avaliou a permeabilidade de materiais seladores provisórios aos corantes azul de metileno, violeta de genciana, fucsina e Sudan III.

A infiltração é analisada a partir do preparo do espécime que incluem cortes longitudinais, transversais oblíquos ou ainda a aplicação de métodos para tornar o dente transparente. É considerado um método de análise semi-quantitativa, pois não informa a quantidade de corante absorvido e resulta em dados com alto grau de variabilidade<sup>132</sup>. Todos esse fatores dificultam ou mesmo inviabilizam a reprodutibilidade dos trabalhos.

Dentre as variáveis nos testes de infiltração de corante, o pH das soluções é sugerido por **GREENE; WONG; INGRAM**<sup>44</sup> (1990) com um dos responsáveis pelos altos índices de infiltração, em virtude de uma possível dissolução da estrutura dentária.

**STARKEY; ANDERSON; PASHLEY**<sup>107</sup> (1993) investigaram o efeito do pH da solução de 2% de azul de metileno na infiltração apical em cavidades retrógradas obturadas com amálgama ou TERM. A solução de azul de metileno foi obtida pela mistura de 2g de pó de azul de metileno e 100ml de solução tampão com os seguintes pH: 1, 2, 3,4, 5 e 7; somando a esses grupos uma solução foi obtida com o uso de água deionizada. Imediatamente após a mistura foi verificado o pH resultante, mostrando uma tendência a acidificação, sendo bem evidente na solução obtida com água onde o pH original variou de 6,45 para 2,66. A dissolução com exposição da raiz ocorreu em todos os grupos com pH inferior a 7 e se mostrou mais pronunciada em soluções com pH mais baixo. Em relação aos materiais, o TERM mostrou menor infiltração quando comparado aos grupos similares obturados com amálgama. Justificaram seus resultados da seguinte forma; possivelmente a expansão higroscópica apresentada pelo TERM promoveu uma melhor adaptação do material às paredes do canal; nos grupos selados com amálgama, uma menor infiltração foi observada nos grupos com pH 1 e 2 e foi notavelmente maior com o aumento do pH. Uma possível explicação pode ser a precipitação de cristais de cálcio e fosfato pela dissolução da dentina, levando esta a uma supersaturação de cálcio e fosfato em relação a hidroxiapatita. Esses minerais se depositariam nos túbulos dentinários e ao longo da interface dente material restaurador.

**WU; WESSLINK**<sup>132</sup> , em 1993, por um levantamento bibliográfico observaram a variedade de corantes utilizados e assim a característica individual em relação ao tamanho da partícula, concentração, pH. Outra situação verificada foi a diversidade na forma de aplicação dessas substâncias que incluem variação no tempo de imersão, submissão dos espécimes a testes de stress como, por exemplo, térmico, uso de vácuo, tempo de imersão<sup>129</sup>. Todos esses aspectos parecem influenciar diretamente no comportamento dos corantes nos testes de microinfiltração. Uma evidência científica desse fato é a diversidade nos resultados encontrados quando se analisa um mesmo material. Dependem do corante e da forma de aplicação do mesmo, obtêm-se muitas vezes resultados contraditórios.



Em função desses fatores citados anteriormente, para **AL-GHANDI; WENBERG**<sup>3</sup> (1994), a verificação das propriedades físico-químicas do material em estudo seria suficiente para prever seu comportamento clínico.

Outro fator de igual importância se dá em relação ao tamanho da molécula do corante, que em muitas situações, difere do tamanho da bactéria podendo levar a uma superestimação da infiltração e, por conseguinte uma leitura inadequada<sup>12</sup>. Essa superestimação compromete a transferência desses dados para o que ocorrerá clinicamente<sup>52</sup>. Ainda em relação aos corantes químicos **SOUSA; BERNADINELI; BERBERT**<sup>106</sup> (1994) mostraram a possibilidade de existir uma afinidade entre os mesmos e o material ora pesquisado, assim a infiltração não representaria somente a presença de espaços vazios e sim a absorção do corante pelo cimento obturador.

A maneira pela qual será realizada a leitura da penetração do corante também é um dado a ser analisado. O corte, seja ele transversal ou longitudinal, leva a perda de estrutura dentária que poderia coincidir com regiões aonde ocorreu a infiltração do corante. Uma vez definido o tipo de secção, a leitura será realizada de que forma? A maioria opta por definir escores para a avaliação dos resultados, tornando uma avaliação subjetiva. Por um outro lado, na possibilidade de medir a área infiltrada, questiona-se o que é mais importante? A penetração linear ou a medida da área?

Sem dúvida, a falta de um protocolo único para os testes de microinfiltração com uso de corantes fragiliza a interpretação e comparação dos dados obtidos<sup>132</sup> e assim, diante dessas limitações, muitos autores têm defendido o uso de microrganismos nos testes de microinfiltração, por considerarem uma situação mais próxima ao acontece clinicamente.

Quando é utilizado o microrganismo como marcador da infiltração, praticamente o que se obtém na literatura referente ao assunto é a adoção de modelos de estudos muitos similares. Em resumo, os mesmos buscam o isolamento da região cervical da apical, locais em que inoculam meios de

cultura, contaminado e estéril, respectivamente. Durante a análise, evidencia-se a infiltração quando o meio de cultura estéril torna-se turvo registrando a contaminação do meio, e, por conseguinte, a passagem desses microorganismos através do material obturador endodôntico.

**GILBERT; WITHERSPOON; BERRY**<sup>37</sup> (2001) confrontaram dois métodos de infiltração quanto à eficiência de selamento obtido em função da técnica obturadora. As técnicas testadas foram condensação lateral, condensação vertical e Thermafil, utilizando cimento Roth's 801. Os espécimes foram submetidos primeiramente ao teste de infiltração bacteriana, após a permanência de 90 dias em ambiente úmido e a 37<sup>o</sup>C, a fim de proporcionar o ciclo de tempo necessário para a presa do cimento obturador. A porção superior do aparato desenvolvido para o teste foi preenchida com 0,25ml de meio TSB contendo a bactéria *Proteus vulgaris*. A avaliação aconteceu diariamente durante 21 dias por meio da análise de turvação do meio estéril localizado na porção inferior do modelo de estudo, sinalizando a passagem bacteriana pela obturação. Concluída essa primeira fase as raízes foram submetidas à infiltração do corante Tinta da Índia, com dois objetivos: confirmar os dados do teste anterior e observar se a causa da infiltração não foi por fratura radicular ou falha na montagem do sistema utilizado. Em todos os grupos houve infiltração bacteriana. Nas técnicas thermafill e condensação lateral a infiltração foi mais rápida com o período mínimo de 6 e 5 dias, respectivamente. A diferença estatística foi detectada entre os grupos da condensação lateral e vertical. Cinquenta e cinco dentes mostraram infiltração do corante, sendo esta maior na porção cervical (44 dentes) e sem diferença entre os grupos. Na comparação entre os métodos não foi encontrada diferença estatística.

A capacidade de penetração do fungo *Cândida albicans* sozinho e uma combinação de bactérias através de canais obturados com AH PLUS e AH 26 e guta percha foi verificado por **MILETIC et al.**<sup>81</sup>, em 2002. Oitenta canais foram preparados e obturados com um dos cimentos totalizando 40 para cada grupo. Após, foram divididos em grupos de 20 dentes, de acordo com o microrganismo inoculado: *Cândida albicans* ou combinação de *Streptococcus mutans*, *Streptococcus mitis*, *Prevotella melaninogenica*, *Lactobacillus acidophilus*.

O experimento avaliou a infiltração por 90 dias. De uma forma geral, os espécimes apresentaram infiltração entre 14 e 87 dias e a infiltração foi presente em 47% do total. Para os dentes obturados com AH PLUS, 45 % infiltraram com a bactéria e 60% com o fungo, enquanto que para o cimento AH 26 esses valores foram mais próximos, 50% bactéria e 55% fungo. Vale ressaltar que não houve diferença estatística entre a capacidade de penetração dos microrganismos testados e nem em relação aos cimentos.

Utilizando o modelo de passagem de fluido permitida pelo material obturador, um estudo in vitro comandado por **MILETIC et al.**<sup>80</sup> em 2002 compararam a capacidade de selamento apical dos cimentos AH 26, AH PLUS, Diaket, Ketac-Endo e Apexit, em canais obturados e armazenados por um ano. A infiltração foi medida pela movimentação de bolhas de ar contidas em um tubo de vidro capilar conectado ao espécime. O cimento Apexit (0.490ul) infiltrou significativamente mais que os cimentos AH PLUS (0.378ul) e Ketac- Endo (0.357ul), enquanto que o AH 26 (0.390ul) e o Diaket (0.429ul) não mostraram diferença significativa quando comparados com Apexit, AH Plus e Ketac-Endo.

A endotoxina, componente da bactéria G-, é um potente agente inflamatório e pode penetrar mais rapidamente do que a bactéria em obturações radiculares. Torna-se relevante esse achado visto que a endotoxina pode causar reação periapical resultando em falha do tratamento endodôntico com posterior necessidade de retratamento<sup>5</sup>. O lipolissacarídeo é um dos fatores de maior virulência das bactérias Gram negativas e resultam na amplificação das respostas humorais e inflamatórias. A presença do LPS, mesmo em pequenas quantidades, tem sido associada à resposta infamatória, dor e secreção e citocinas, como IL-1a, IL-1b, TNF, prostaglandinas e bradicininas que são capazes de induzir a reabsorção óssea nas lesões periapicais. Atentos a esse aspecto, **LAGHIOS; CUTLER; GUTMANN**<sup>64</sup> (2000) em um estudo que resultou na detecção da passagem de endotoxina em obturações retrógradas realizadas com o sistema Obtura II, indicaram algumas desvantagens no uso de corantes nos estudos de microinfiltração. Segundo os autores o tamanho das partículas das substâncias não corresponde ao tamanho molecular da bactéria, além de permitir a detecção da infiltração em somente um plano, impossibilitando a

avaliação completa do sistema de selamento. Finalmente os estudos com uso do corante são estáticos, assim o uso de bactérias e seus sub-produtos devem ser preferidos em relação aos traçadores químicos.

## **2.2- CIMENTO OBTURADOR:**

A maioria dos autores concorda que o material obturador que permite a infiltração é o cimento endodôntico por diversas causas: baixa adesividade às paredes dentinárias, dissolução aos fluidos teciduais, pouca estabilidade dimensional.

No trabalho clássico de **GROSMAN**<sup>46</sup>, de 1958, o autor relaciona as principais características que um cimento obturador deve possuir:

1. Homogeneidade
2. Promover bom selamento
3. Radiopacidade
4. Deve possuir partículas bem finas
5. Estabilidade dimensional
6. Não deve manchar as estruturas dentárias
7. Ser bacteriostático
8. Bom tempo de trabalho
9. Ser insolúvel aos fluidos bucais
10. Tolerabilidade aos tecidos periapicais
11. Ser solúvel aos solventes comuns.

Nota-se que para um cimento obturador ser considerado ideal precisa reunir propriedades físicas, químicas e biológicas excelentes. Como até o presente momento não existe no mercado odontológico um material com essas características, os estudos se desenvolvem procurando adotar procedimentos técnicos que minimizem suas falhas.

Fatores como dissolução frente ao contato com fluidos teciduais, falta de estabilidade dimensional, espessura da linha do cimento podem influenciar a capacidade de selamento de acordo com o tempo. **WU**;

**WESSELINK; BOERSMA**<sup>133</sup> (1995) avaliaram a infiltração pela passagem de fluido através do material obturador imediatamente à obturação e após 1 ano de armazenagem. Os cimentos testados: AH 26, Ketac-Endo, Tubli-seal, e Sealapex foram também avaliados quanto à espessura na massa obturadora, demonstrando, respectivamente 0,05, 0,25 e 0,3mm. Houve diminuição da infiltração para os cimentos AH 26, Ketac-Endo e Tubli-seal que inclusive mostraram um melhor vedamento que o cimento Sealapex em ambos os períodos experimentais.

**HALL et al.**<sup>49</sup>, em 1996, por meio de análise radiográfica mostraram que 90% das paredes do canal são recobertas por cimento obturador após o uso de espiral lentulo. Por outro lado, essa porcentagem diminui para 50-60% após a condensação lateral, indicando que o cimento pode ser removido durante as manobras da técnica.

Com a preocupação em investigar a importância do cimento na obturação, **CHAILERTVANITKUL et al.**<sup>24</sup>, em 1996, observaram a infiltração de bactérias anaeróbias e seus sub-produtos no sentido coroa-ápice. Sessenta dentes tiveram canais instrumentados, e então, obturados da seguinte forma: 20 dentes com cimento Tubliseal EWT e 20 dentes com cimento AH 26. Vinte dentes serviram como grupos controle negativo e positivo, sendo o primeiro obturado aleatoriamente com um dos cimentos e totalmente impermeabilizado; o outro grupo sem cimento, simulando um canal pobremente obturado. A porção coronária de cada dente foi isolada por uma tampa de polietileno e esse conjunto colocado em um recipiente de vidro contendo o meio estéril Fastidious Anaerobe Broth (FAB). Um inóculo de *Fusobacterium nucleatum* foi injetado no tubo de polietileno em contato com a porção coronária do canal radicular a cada 7 dias. A constatação da infiltração era feita diariamente num período de observação de 12 semanas. Todos os dentes controle positivo exibiram infiltração num período de 1 semana. Em relação aos grupos experimentais, houve infiltração em 100% dos casos em 12 semanas. A infiltração foi observada ainda na primeira semana, com aproximadamente 40% dos dentes comprometidos na metade do experimento. Nesse trabalho, não houve diferença estatística entre os cimentos obturadores. Ainda, em 1996, em um estudo similar conduzido por **CHAILERVANITKUL;**

**SAUNDERS; MACKENZIE**<sup>21</sup> a infiltração foi presente em 48% dos espécimes obturados com AH 26, Tubliseal EWT e Apexit, quando o microrganismo utilizado foi o *Streptococcus sanguis*.

Com o intuito de traçar uma correlação entre microinfiltração e penetração tubular dos cimentos obturadores **SEM; PISKIN; BARAN**<sup>102</sup> (1996) realizaram um estudo “in vitro” utilizando 45 dentes humanos extraídos com os canais instrumentados e obturados com os cimentos Diaket, Endomethasone, Caciobiotic Root Canal Sealer e Ketac Endo. Após, os dentes foram preparados para o ensaio de microinfiltração, utilizando o corante tinta da Índia, na qual ficaram submersos por cinco dias. As raízes foram fraturadas em duas partes sendo a primeira usada para a averiguação da penetração do corante no ápice em direção à coroa e a outra para o estudo em microscopia eletrônica de varredura, que permitiu a observação da penetração do cimento no interior dos túbulos dentinários. Não houve diferença significativa em relação à penetração de corante no terço apical, entre os grupos. No terço médio os cimentos Diaket e CRCS infiltraram mais que o cimento Ketac-Endo. Diferenças também foram verificadas em nível cervical; o cimento Diaket infiltrou menos que os outros cimentos; e o CRCS se comportou melhor que o Ketac-Endo. Quanto à penetração do cimento nos túbulos dentinários, nenhuma diferença foi observada entre Diaket, CRCS e Endomethasone em qualquer nível. O cimento à base de ionômero de vidro mostrou o pior resultado em relação a todos os outros cimentos e em qualquer nível. Por esse estudo, não foi possível estabelecer correlação entre microinfiltração e penetração do cimento nos túbulos dentinários, as análises mostraram independência dos resultados. A análise em SEM revelou que, embora os cimentos apresentem capacidade de invadir o espaço intratubular, este se apresenta com uma característica granular e por muitas vezes fragmentado. A própria penetração do corante não se limitou apenas à interface parede de canal e cimento, mas, em algumas situações invadiu o corpo da massa obturadora denotando a presença de falha coesiva, o que representa mais uma área de infiltração.

**HAIKEL et al.**<sup>48</sup>, em 1999, avaliaram a penetração da lisozima radioativa <sup>125</sup> em obturações radiculares realizadas com os cimentos

Sealite, AH Plus e Sealapex, a partir do ápice radicular. Os dentes ficaram submersos na solução por períodos diversos: um, sete, 14 e 28 dias. Em seguida os dentes foram cortados transversalmente obtendo-se para análise seis cortes transversais com 0,8mm de espessura. A infiltração foi extensa no grupo controle, que não foi obturado. Em todos os grupos experimentais houve infiltração. O AH Plus e Sealapex foram similares, enquanto que a infiltração ocorrida no cimento Sealite foi considerada aceitável até o 14<sup>o</sup>. dia.

Levando-se em consideração o importante papel que o cimento obturador exerce na qualidade de vedação do sistema de canais radiculares é de se almejar que a cobertura das paredes radiculares se mantenha de forma similar a de antes da obturação. O propósito do estudo de **WU; ÖZOK; WESSELINK**<sup>131</sup>, em 2000, foi verificar a distribuição do cimento após a obturação radicular, realizada por três técnicas diferentes. Para melhor identificar o cimento AH 26, foi adicionado a mistura carbono negro. Critérios de padronização foram obedecidos no momento da obturação, como a quantidade de cimento levado na colocação do cone principal e cones acessórios. Após, secções transversais foram realizadas a três e seis milímetros do ápice e passadas por um “scanner” e assim medida a quantidade de cimento que recobria a periferia do canal radicular. A inserção de cones acessórios na técnica da condensação lateral (CL) providenciou maior quantidade de cimento já que a ponta de cada cone era envolvida com cimento, entretanto, a técnica do cone único (CU) revelou melhor cobertura da parede do canal com o cimento. A três milímetros as técnicas da CL e CV foram similares, porém a seis milímetros maior quantidade de cimento foi observada na técnica da CL. Em ambos os níveis, o uso de um cone único permitiu melhor molhamento da parede do canal e distribuição mais homogênea do cimento AH 26.

Muitos cimentos possuem ação antimicrobiana, em função da suas composições químicas, que pode interferir na velocidade de reinfecção do canal radicular, caso ocorra a perda do selamento coronário. Outras características são apontadas por **TIMPAWAT et al.**<sup>114</sup> (2001) como responsáveis pelo comportamento desses materiais quanto à capacidade seladora dos mesmos – adesão, adaptação e solubilidade -. Essas constatações foram verificadas após

a superioridade do cimento AH Plus em impedir a infiltração no sentido coroa ápice quando comparado a um cimento à base de ionômero de vidro e de hidróxido de cálcio.

O cimento AH Plus é classificado como um cimento resinoso com baixa solubilidade 0,31% (Valor de referência ADA < que 3%) e com características adesivas importantes. Apresenta, ainda, como vantagens adequada fluidez em torno de 36mm (VR- ADA >25mm), espessura de película de 26 $\mu$ m (VR-ADA < de 50 $\mu$ m), baixa contração 1,76% (VR-ADA < de 3%)<sup>95</sup>. Segundo **ALMEIDA et al.**<sup>4</sup>(2000) o AH Plus mostrou-se mais efetivo quanto ao selamento apical quando comparado com os cimentos Fill Canal e Ketac Endo com a vantagem de ser um cimento resinoso que não apresenta formaldeído em sua composição. Além disso, o bom selamento desse cimento foi atribuído pelos autores à sua composição química e propriedades físicas. Ainda em relação ao cimento AH Plus este apresenta outras características importantes como adequada biocompatibilidade<sup>9, 67</sup> e atividade antimicrobiana<sup>105, 120</sup>.

A habilidade do cimento endodôntico em aderir à dentina e guta-percha cria uma expectativa de superioridade na qualidade de selamento, reduzindo a microinfiltração. Essa propriedade faz com o material tenha estabilidade, fato importante no preparo radicular para recebimento de retentores. Essa propriedade depende de vários fatores interagindo entre si, que incluem a energia da superfície a ser aderida, a tensão superficial do adesivo e sua capacidade em se aderir a superfícies úmidas, entre outros. Com intuito de medir a força de adesão de diferentes cimentos usados rotineiramente no tratamento endodôntico, bem como, classificar o tipo de falha mais comumente relacionada para cada tipo de material **SALEH et al.**<sup>96</sup>, em 2002, realizaram um estudo *in vitro*. Foram confeccionados cilindros com 4mm de diâmetro de dentina humana, a qual recebeu diferentes tratamentos superficiais: H3PO4 a 37% por 30", E.D.T.A. a 17% por 5' e ácido cítrico a 25% por 30'. Em paralelo cilindros de guta-percha do mesmo tamanho foram fabricados. Esses dois cilindros foram unidos por uma fina camada dos cimentos endodônticos recém-manipulados, cimentos de Grossman, Apexit, Ketac-Endo, AH Plus, RoekoSeal Automix e RoekoSeal Automix com primer. Os espécimes foram submetidos ao teste de tração



realizado com auxílio de uma máquina de teste universal, INSTRON. A média da resistência adesiva calculada em MP foi de 0,07 para o cimento Apexit, 1.19 para o AH Plus. O pré-tratamento com E.D.T.A. não influenciou o aumento nessa medida. O uso de ácido fosfórico e cítrico melhorou a adesão do cimento de Grossman. O primer aplicado em conjunto com o cimento Roeko contribuiu para uma melhor adesão do grupo de espécimes que não receberam tratamento superficial. Falhas adesivas foram encontradas para o cimento GS e RS com a dentina e KE e RT com a guta-percha. As falhas coesivas aconteceram em maior número nos cimentos AH Plus e AP.

A qualidade do selamento apical obtido com o cimento AH Plus foi comparado com os cimentos Roekoseal, Ketac-Endo e Sultan por **COBANKARA et al.**<sup>26</sup>, em 2002. Utilizando o método da filtração de fluido, quantificaram a infiltração através do material obturador verificada em 7, 14 e 21 dias em quarenta dentes humanos obturados pela técnica da condensação lateral e respectivos cimentos, sendo cada grupo composto por 10 dentes. Em relação ao tempo, a infiltração foi menor aos 21 dias para todos os cimentos avaliados. O cimento Sultan foi o que mais infiltrou. Os outros materiais se igualaram, com cimento Roekoseal apresentando uma ligeira superioridade em relação ao AH Plus e Ketac-Endo.

Uma das hipóteses levantadas quanto à permanência do selamento radicular ao longo do tempo é a possibilidade de dissolução do cimento endodôntico. Canais obturados com o cimento AH Plus, onde as raízes foram armazenadas por 3 meses em contato com solução fisiológica infiltraram mais do que aquela que permaneceram mantidas fora dessas condições experimentais<sup>8</sup>.

## **2.3 – SMEAR LAYER E MÉTODOS DE REMOÇÃO:**

### **2.3.1 – SMEAR LAYER E E.D.T.A:**

Um dos fatores apontados na literatura que parece exercer influência na adaptação e com isso na capacidade de vedação dos cimentos obturadores é a “smear layer”.

A instrumentação do canal causa a formação de debris orgânicos e inorgânicos que se depositam sobre a parede do canal radicular<sup>71</sup>. Denominada como smear layer ou camada residual compõe-se estruturalmente por duas camadas, uma superficial, com espessura aproximada em torno de 1 a  $2\mu\text{m}$  e facilmente removida e outra mais profunda, também conhecida como “smear plug”, que oblitera os túbulos dentinários e de difícil remoção. Pode-se ser encontrada em uma profundidade variável de até  $40\mu\text{m}$ <sup>72</sup>. A maneira com a qual forma-se o smear plug foi hipoteticamente demonstrada por **AKTENER; CENGIZ; PISKIN**<sup>2</sup>, em 1989. A smear layer seria empurrada para o interior dos túbulos dentinários pela ação de capilaridade e dinâmica do fluido irrigador.

Por possuir baixa permeabilidade, microrganismos, medicamentos e materiais obturadores têm dificuldade em penetrar por essa camada. Assim, a smear layer produzida durante a instrumentação, ao se depositar sobre os túbulos dentinários, dificulta a recolonização bacteriana na ocorrência de infiltração marginal<sup>29</sup>. Por outro lado, pode abrigar bactérias e seus subprodutos na intimidade da dentina dificultando a ação da medicação intracanal. Por essas razões autores como **HAAPASALO; ORSTAVIK**<sup>47</sup> (1987) e **PASHLEY**<sup>87</sup> (1984) advogam que a smear layer deve ser removida e substituída por um selante químico ou pelo melting da própria dentina.

A importância clínica da remoção da smear layer não é bem definida, porém se especula de que a remoção dessa camada aumente a superfície de contato do cimento obturador levando à penetração destes no

interior dos túbulos dentinários e teoricamente melhorando a adaptação do material obturador às paredes do canal<sup>103</sup>.

Dentre os recursos usados para remover a camada residual está a aplicação de substâncias quelantes que foi primeiro indicada por **NIKIFOROUK; SCREEBNY**<sup>84</sup>, em 1953. Os autores apontaram a eficiência dos ácidos orgânicos em promover a desmineralização da dentina em especial o ácido etileno diamino tetracético (E.D.T.A.).

O efeito do E.D.T.A se dá pelo processo de quelação....*A quelação é um fenômeno físico-químico pelo qual íons metálicos são seqüestrados dos complexos que fazem parte sem constituir numa união química com a substância quelante, mas sim uma combinação...*<sup>66</sup>. Devido a isso existe uma limitação no grau de captura desses íons metálicos que, na dentina, se refere ao íon cálcio . Quando o E.D.T.A. é aplicado, a velocidade de reação é maior no primeiro minuto com maior poder de descalcificação se estendendo aos 3 minutos iniciais; a saturação ocorre com 12 horas sendo que a velocidade de reação do E.D.T.A. com o cálcio é inversamente proporcional ao tempo<sup>18</sup>.

É vasta a literatura no que diz respeito à ação do E.D.T.A sobre os produtos inorgânicos que compõem a smear layer. Aliás, em relação a esse ponto vários autores confirmam a sua superioridade em promover uma parede de canal mais limpa com túbulos dentinários abertos e livres de partículas que pudesse oblitera-lo. Entretanto, em função dessa solução atuar especificamente sobre os produtos inorgânicos, normalmente seu uso está condicionado à associação com outra substância que atue sobre a matéria orgânica<sup>124</sup>.

O seu uso está indicado, pela maioria dos autores, para a irrigação final, com resultados bem satisfatórios quando associado ao hipoclorito de sódio. O emprego combinado de 10ml de E.D.T.A. a 17%, tamponado a um pH de 7,7, seguido de irrigação com 10ml de hipoclorito de sódio a 5,25% promove a remoção de restos teciduais e smear layer quando observado em microscopia eletrônica de varredura<sup>134</sup>.

Relacionando o grau de limpeza das paredes do canal radicular com a melhor adaptação do material obturador a elas, **WHITE; GOLDMAN; LIN**<sup>127</sup>, em 1984, verificaram que o uso associado da solução de NaOCl e E.D.T.A. resultou em parede dentinária livre de debris. Este fato facilitou a penetração de dois tipos de matérias plásticas, PHEMA e silicone, no interior dos túbulos dentinários.

A atuação das soluções irrigadoras sobre o smear plug também proporciona um melhor preenchimento do sistema de canais radiculares. Com a desobstrução da entrada de canais laterais, acessórios, ocorre a penetração do material obturador nessas regiões, mesmo quando a técnica obturadora é a condensação lateral<sup>39</sup>. Em 1987, **WHITE; GOLDMAN; LIN**<sup>128</sup> verificaram, em microscopia eletrônica de varredura, que os cimentos Hydron, Endo-fill e Roth 801 penetraram mais nos túbulos dentinários quando a camada residual havia sido removida com a combinação de E.D.T.A. e hipoclorito de sódio a 5,25%. Quando a ela estava presente não houve homogeneidade no aspecto de penetração tubular dos materiais estudados.

Ao entender que a remoção da smear layer é um fator colaborador para otimizar a função dos cimentos endodônticos torna-se necessário verificar a capacidade de limpeza das soluções irrigadoras. Com esse propósito **BAUMGARTNER; MADER**<sup>15</sup>, em 1987, compararam a capacidade de limpeza da solução salina, solução de NaOCl a 5.25%, solução de E.D.T.A. a 15% e o uso alternado das duas últimas soluções em canais instrumentados e não instrumentados de pré-molares birradiculados. A análise em microscopia eletrônica de varredura confirmou a capacidade solvente do tecido pulpar da solução de NaOCl, já as outras duas soluções não mostraram qualquer efeito sobre o tecido orgânico que permaneceu intacto. A combinação de E.D.T.A. e NaOCl removeu completamente a smear layer nos dentes instrumentados, bem como, os remanescente pulpares. Nos dentes não instrumentados essa combinação de soluções causou a exposição de calcoferitas e a dentina mostrou uma superfície com erosão.

O estudo de **CERGNEUX et al.**<sup>20</sup> (1987) procurou verificar a influência dos métodos de remoção da “smear layer” na qualidade da obturação. Os grupos estudados envolveram o uso do ultra-som e EDTA e a técnica obturadora foi a condensação lateral empregando um cimento à base de OZE. Após, todos os espécimes foram submetidos à infiltração pelo corante azul de metileno, seguido de cortes transversais para a leitura do grau de infiltração por escores. Essa leitura foi determinada em diferentes níveis: 1, 2, 3, 4 e 5 mm do ápice. Houve uma menor infiltração no grupo do EDTA, porém, sem diferença significativa. Ao analisar os dados, percebeu-se a dificuldade de uma resposta homogênea entre um mesmo grupo, já que se obtiveram índices de 0 até 3. Em uma avaliação geral, a infiltração do corante foi observada de uma forma mais constante até 3mm do ápice.

Vários autores concordam que a solução de E.D.T.A. não exerce nenhum efeito sobre remanescentes orgânicos, assim, fica sempre condicionado o seu uso em combinação com outro tipo de solução que possua tal propriedade. Com intuito de simplificar o ato de irrigação **AKTENER; BILKAY**<sup>1</sup>, em 1993, misturaram a solução de E.D.T.A. com diferentes quantidades de ethilenediamine, que é um forte solvente orgânico. De uma forma geral, a combinação entre as duas substâncias é eficaz na limpeza da parede dentinária sendo que a mistura, em volume, de 3:4 de E.D.T.A. e ethilenediamine foi capaz de remover totalmente a “smear layer”.

O selamento apical proporcionado pela técnica de injeção de guta-percha termoplastificada com ou sem cimento obturador e, ainda, sob condições de presença ou ausência de smear layer, foi avaliado quantitativamente por meio do método eletroquímico por **KARAGÖZ-KÜÇÜKAY; BAYRLI**<sup>56</sup>, em 1994. No grupo I a irrigação final foi realizada somente com solução de NaOCL e no grupo II com E.D.T.A. seguido de NaOCL. Os grupos foram sub-divididos em dentes obturados com o sistema Ultrafil com ou sem cimento endodôntico (CRCS). A comparação entre os grupos nos quais não se utilizou o cimento, a remoção ou não da smear layer não resultou em diferença significativa. Entretanto, quando foi adicionado cimento à obturação, o grupo de dentes na qual a remoção da SL foi executada, mostrou menor infiltração.

Quando a smear layer é removida integralmente a infiltração coronária é menor, como mostraram **VASSILIADIS et al.**<sup>121</sup> em 1996. Os autores utilizaram o cimento Roth 801 para a obturação dos espécimes que permaneceram armazenados em saliva artificial por 1 semana antes de serem imersos em azul de metileno a 37<sup>o</sup>. por 7 dias. As raízes foram divididas em duas partes e a infiltração linear medida um estereomicroscópio. Após essa análise os espécimes foram mergulhados em 5ml de ácido cítrico para promover a total dissolução do dente. Prosseguiu-se a análise em espectrofotômetro para determinar a quantidade de corante e, conseqüentemente, o volume de infiltração. Os dados obtidos das duas análises foram 4.46mm e 2.62 mm de infiltração linear e 1,24ul e 0.60ul para os grupos com e sem smear layer, respectivamente. Os autores comentaram que o número e o diâmetro dos túbulos dentinários são maiores no terço cervical que no terço apical, o que possivelmente deve ter favorecido a adesão do material obturador.

Quando o modelo aplicado para a avaliação da infiltração foi o uso de microrganismo, a remoção ou não da smear layer não influenciou na preservação do selamento. **CHAILERTVANITKUL.; SAUNDERS; MACKENZIE**<sup>22</sup> (1996), utilizando um aparato próprio verificaram que em nanais obturados por diferentes técnicas associadas ao uso do cimento APEXIT, a infiltração da bactéria *S.sanguis* ocorreu num período mínimo de 7 dias, sendo que ao final do período experimental de 90 dias, em média, 80% dos espécimes mostraram infiltração.

No mesmo ano **BERHEND; CUTLER; GUTMAN**<sup>16</sup>, aplicando um período experimental menor (21 dias), encontraram que a infiltração bacteriana coroa-ápice foi menor, estatisticamente, quando a smear layer foi removida previamente à obturação com o sistema Thermafil e cimento Roth 801. Um total de 30% dos espécimes com a smear layerremovida permitiram a passagem da bactéria *Proteus vulgaris* , contra 70% dos espécimes com smear layer intacta.

No estudo de **ZMENER et al.**<sup>138</sup>, realizado em 1997, a infiltração apical foi observada em dois grupos experimentais representados pelos

cimentos AH Plus e AH 26. Após instrumentação e obturação pela condensação lateral os dentes foram submersos em azul de metileno a 5% em diferentes tempos. Os valores, respectivos, de infiltração para o cimento AH Plus e AH 26 foram: 2 dias (0,4/1,5); 4 dias (1,4/2,5) e 10 dias (1,8/ 3,3). A infiltração aumentou com os dias e os dados foram estatisticamente significantes entre os cimentos. Justificaram que a não remoção da “smear layer” pode ter comprometido o preenchimento de espaços vazios pelo cimento, especialmente na interface dente material obturador, já que a penetração do corante entre os cones de guta-percha foi observada em menor frequência. Alertaram para o fato de que materiais à base de óleo como o AH Plus têm dificuldade em promover um completo molhamento da parede do canal radicular pela presença da umidade dentinária, resultando em pobre adesão.

O uso de diferentes métodos para a avaliação da infiltração se justifica pela tentativa de minimizar variáveis que prejudiquem a identificação de falhas de preenchimento do material obturador ou que ainda não propiciem a avaliação do espécime em vários períodos experimentais. **ECONOMIDES et al.**<sup>30</sup> em 1999, aplicaram o método eletroquímico para comparar a influência da remoção da “smear layer” na habilidade de selamento apical dos cimentos ROTH 801 e AH 26, proporcionado ao longo de 16 semanas. Após o preparo dos espécimes (instrumentação e irrigação) os dentes foram divididos em 4 grupos de acordo com o tratamento da camada residual, remoção ou permanência, e o tipo de cimento obturador. Cinco milímetros de material obturador do terço cervical foram removidos e um eletrodo foi colocado nesse espaço onde uma extremidade ficou posicionada em contato com a guta-percha a outra acoplada em uma fonte elétrica e serviu como anodo. Após, foram submersos em solução salina. Nesse momento, outro eletrodo de aço inox serviu como catodo, Tendo uma extremidade submersa na solução e sua outra ligada também a uma força elétrica. A energia aplicada foi de 10V e a medida da passagem da corrente através do material obturador registrado no decorrer dos períodos experimentais. A remoção da smear layer proporcionou, estatisticamente, menores índices de infiltração para o cimento AH 26 após a 2<sup>a</sup>. semana. Os autores acreditam que a exposição dos túbulos dentinários permitiu a penetração do cimento AH 26. Por outro lado, nenhuma alteração foi observada para o cimento ROTH 801, com ou

sem a smear layer. Entre os dois cimentos a diferença foi significativa em todos os períodos experimentais, nos grupos na qual a smear layer foi removida.

Mais recentemente, **ECONOMIDES et al.**<sup>31</sup> (2004), embora sem diferença estatística, constataram menores índice de infiltração quando a SL foi removida em canais obturados como os cimentos Fibrefill ou CRCS.

Após a descrição dos trabalhos revisados, é notável a influência que a SL exerce na qualidade do selamento dos materiais obturadores endodônticos.



### **2.3.2 – SMEAR LAYER E LASER:**

ARCHIMEDES, considerado o pai da ciência experimental nasceu no ano de 287 AC, era matemático, inventor, e viveu na cidade de Siracusa, localizada no sul da Itália. Dentre seus principais experimentos está o sistema de espelhos côncavos onde se podia concentrar e refletir os raios solares, conseguindo dessa forma queimar à distância as velas dos navios inimigos. Esse, possivelmente, foi o primeiro registro de como a luz pode ser concentrada e direcionada.

Em 1900, ALBERT EINSTEIN propôs que a luz é composta de entidades discretas (fótons) com uma energia proporcional à frequência da onda luminosa e demonstrou matematicamente que porções eletromagnéticas podem ser estimuladas e gerar energia.

Baseado nos fundamentos de EINSTEIN, em 1915, CHARLES TOWNES inventou o MASER. Esse equipamento utilizava moléculas de amônia como meio ativo. Ao ser estimulada por um agente externo a mesma vibrava com uma frequência de micro-ondas. Logo após, procurou-se desenvolver um MASER ÓTICO, ou seja, um dispositivo que emitisse um feixe corrente com frequência na região da luz visível.

Logo depois, TOWNES juntamente com ARTHUR SCHAWLOW, propuseram um arranjo, com uma cavidade contendo o meio ativo e dois espelhos, o que lhe rendeu o prêmio Nobel de 1964.

Mas coube a **MAIMAN**<sup>119</sup> (1960) a produção do primeiro maser ótico o qual denominou inicialmente de “LOSER” ( Ligth Oscillation by Stimulated Emission of Radiation). Entretanto como “LOSER” significa “perdedor” logo trocou o nome do novo equipamento por LASER( Ligth Amplification by Stimulated Emission of Radiation). O primeiro laser apresentava como meio ativo um cristal de rubi.

A figura do esquema abaixo representa o laser apresentado por MAIMAN.

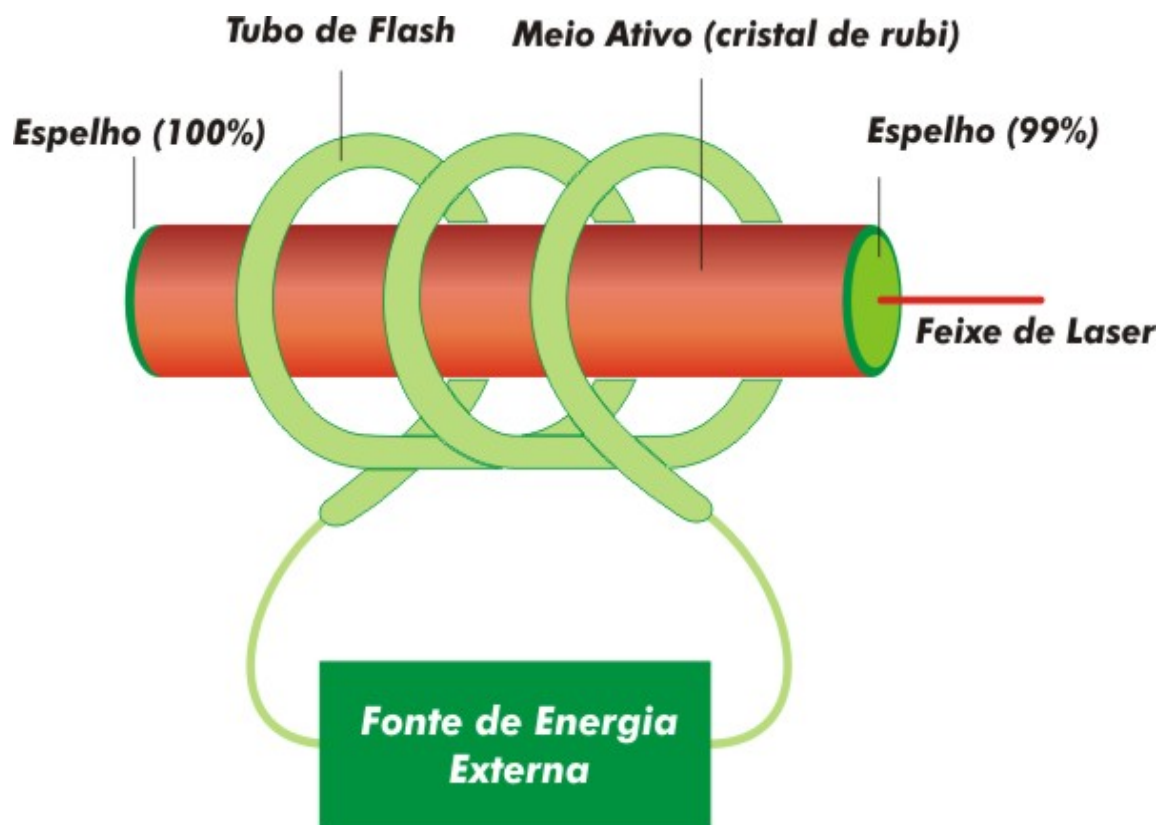


FIGURA 1: representação gráfica do laser proposto por MAIMAN

Durante a revisão da literatura tornou-se importante inicialmente entender a dinâmica do funcionamento do laser. Dentre os trabalhos revisados, uma forma bem simples de exemplificar o seu funcionamento foi descrito no site de física da Universidade Federal do Ceará<sup>118</sup>, o que justifica sua transcrição.

*“ A idéia básica do funcionamento do laser é utilizar a emissão estimulada para desencadear uma avalanche de fótons coerentes, isto é, todos com a mesma frequência, fase, polarização e principalmente, mesma direção de propagação. Um átomo é colocado em um meio transparente entre dois espelhos. O espelho da esquerda reflete toda a luz que recebe e o espelho da direita reflete 99% da luz que incide sobre ele (espelho semi-prateado).*

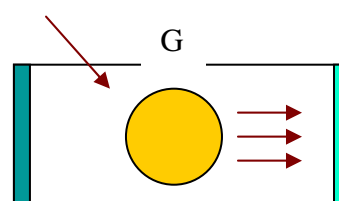
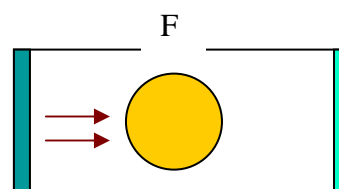
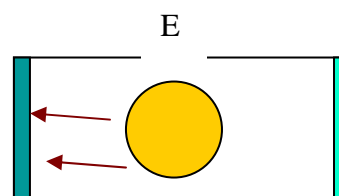
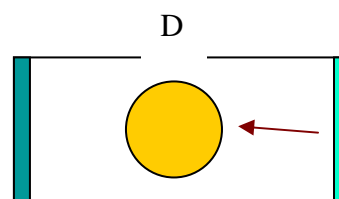
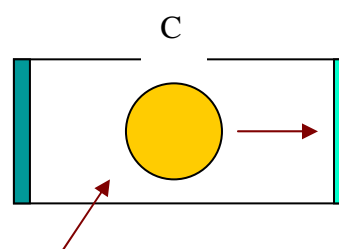
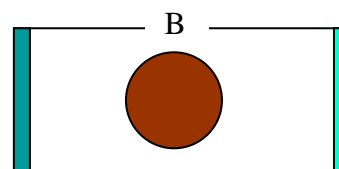
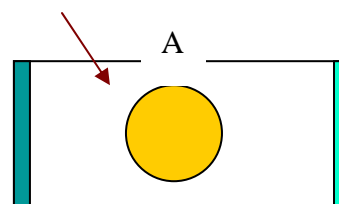
Inicialmente, o átomo está em seu estado fundamental, mas um fóton vindo de fora com a energia certa irá excitá-lo (2A).

O átomo demora-se nesse estado excitado que é **meta-estável** (2B). Essa característica é essencial para que o laser funcione.

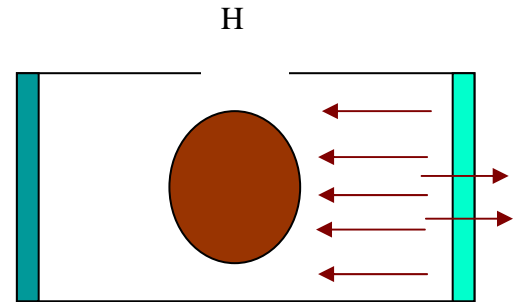
Eventualmente, ele decai emitindo um fóton. Esse fóton, emitido espontaneamente, pode ter qualquer direção e, na maioria das vezes, se perde pelas paredes laterais. Mas, em algum momento, um desses fótons sai na direção de um dos espelhos. Digamos que, enquanto o fóton se reflete no espelho da direita, outro fóton externo excita o átomo (2C).

O fóton refletido vai encontrar o átomo no estado excitado e **estimula** uma nova desexcitação (2D). Só que dessa vez a emissão é estimulada e o fóton resultante sai em fase e na mesma direção que o fóton estimulante - isto é, são coerentes. Enquanto isso, outro fóton externo excita novamente o átomo (2E).

Agora, os dois fótons refletidos pelo espelho da esquerda vão estimular uma nova emissão (2F). Teremos, então, três fótons coerentes dirigindo-se, em fase, para o espelho da direita (2G). Com a repetição continuada desses processos o número de fótons coerentes



*refletindo-se entre os dois espelhos cresce tanto que uma parte deles escapa pelo espelho semi-prateado (1% deles, mais ou menos). Essa luz que escapa é o feixe de nosso laser de um átomo(2H). A luz desse feixe é coerente, o que faz com que o feixe seja estreito, concentrado, monocromático e bastante intenso”.*



Assim, considerando o mecanismo de funcionamento do LASER, **GOLDMAN et al.**<sup>40</sup>, ainda em 1963, ressaltaram que a sua grande aplicabilidade reside em duas grandes características: habilidade em se direcionar e focar uma intensa densidade de energia, e a possibilidade de se ter seletividade. A primeira relaciona-se às características eletromagnéticas intrínsecas dos lasers associados à instrumentação óptica, enquanto que a segunda ocorre da interação laser-tecido alvo.

A luz laser difere-se da luz ordinária. A luz ordinária é policromática, ou seja, possui vários comprimentos de onda e incoerente, projetando a luz em várias direções, ao contrário do laser que emite uma energia concentrada e focada em uma direção coerente. Com isso, para alcançar esses efeitos deve-se entender que a eficiência de interação laser-alvo é dependente: da natureza de energia, comprimento e absorção da energia pela matéria irradiada; com o nível de energia liberado; com a concentração da luz e o número de repetições.

As primeiras aplicações da luz laser na Odontologia foram publicadas por **STERN; SOGNAES**<sup>108</sup>, em 1964, os quais verificaram que o esmalte podia ser vaporizado pelo uso do laser de Rubi, representando uma nova opção para remoção e preparo de tecidos duros. No entanto, constataram danos aos tecidos mineralizados com formação de cavidades, na qual o esmalte mostrava-se fundido e vitrificado e a dentina mostrando sinais de carbonização.

Diante desses achados preliminares essa nova tecnologia foi aplicada primeiramente em tecidos moles.

Anos após, em uma investigação preliminar quanto à aplicabilidade do laser em Endodontia, **WEICHMAN; JOHNSON**<sup>125</sup>, em 1971, observaram a necessidade de altas doses de energia do laser de CO<sub>2</sub> para promover a obliteração apical. A dentina apresentava-se escura, com aspecto de derretimento e superfície porcelanizada. Ocorria a formação de um capuz que era facilmente deslocado da dentina subjacente, portanto, a pobre fusão comprometia a vedação apical. Justificaram esses resultados em função da baixa condutibilidade de calor da dentina e cimento já que os tecidos ao redor da área de aplicação encontravam-se com menores temperaturas, dificultando a fusão entre os mesmos. Embora tenham encontrado resultados insatisfatórios incentivaram novas pesquisas aplicando essa tecnologia.

No ano seguinte **WEICHMAN, JOHNSON, NITTA**<sup>126</sup>, seguindo a mesma proposta do trabalho acima citado, incluíram no estudo o uso do laser de Nd:YAG e variaram o local de aplicação. Neste trabalho a indução do fechamento apical foi realizada com a aplicação da fonte de energia internamente às paredes dentinárias. Adicionaram também a aplicação de determinados materiais de uso comum na prática endodôntica como: hipoclorito de sódio, PMCC, Glyoxide, lidocaína, entre outros, além de pó de dentina e esmalte. Encontraram resultados similares, a dentina mostrou-se com aspecto de derretimento com o aumento da energia independente do tipo de laser utilizado e nessas situações havia descontinuidade com a dentina subsequente ao local de irradiação.

Um dos pré-requisitos para alcançar os benefícios oferecidos pelo laser é procurar entender com mais clareza a sua interação com os tecidos dentários mediante a forma e intensidade de aplicação. Com esse intuito **DEDERICH et al.**<sup>28</sup>, em 1984, realizaram um estudo com o laser de Nd:YAG variando a potência bem como o tempo de ação sobre a dentina radicular. De acordo com os parâmetros adotados alcançaram efeitos bem diferentes que variaram de nenhuma alteração tecidual até remoção da smear

layer com a formação do “melting” seguido de recristalização. Esse último efeito revelou uma parede de dentina sem poros e continuidade e que levou os autores a hipotetizar que haveria diminuição na permeabilidade do tecido.

Seguiram-se vários estudos investigando o efeito dos diferentes tipos de lasers sobre os tecidos dentários, confirmando sua atuação na remoção dos mesmos, além das possibilidades de aplicação em Endodontia<sup>77</sup>.

Uma desvantagem desses lasers, primeiramente aplicados em Odontologia, era o superaquecimento que, no esmalte, apresentava como conseqüência a destruição da estrutura prismática original, associada a danos aos tecidos pulpar e periodontal.

Esse problema não é apresentado pelo laser de Er;YAG que possui comprimento de onda de 2094nm. Esse valor é coincidente com o pico máximo de absorção da água, fazendo com que, após a absorção da energia do laser pela água, ocorresse a vaporização e expansão da mesma com aumento da pressão interna do meio.

**HIBST;KELLER**<sup>51</sup>, em 1989, utilizaram o laser de Er;YAG em tecidos duros e observaram o efeito de ablação que se traduziu em parte como uma vaporização constante dos tecidos mineralizados ( esmalte e dentina) e também na forma de microexplosões. Esse processo é conhecido como efeito fotomecânico, onde a maior parte da energia incidente é consumida, e apenas uma pequena fração resulta em aquecimento do tecido remanescente, ao contrário dos outros tipos de laser como o Nd:YAG e CO2 que exercem sua ação pelo processo fototérmico, gerando efeitos deletérios provocados pelo aquecimento.

A partir dessa característica em exercer o efeito de ablação sem, contudo promover elevação de temperatura o laser de Er:YAG teve sua indicação precisa na Dentística Restauradora, representando uma alternativa para remoção de tecido cariado. Avaliando seus benefícios considera-se o seu uso em

Endodontia especialmente como ferramenta auxiliar na limpeza e desinfecção da parede do canal<sup>68</sup>.

Ainda, **CHIVIAN**<sup>25</sup>, em 1992, comentou que o futuro da endodontia provavelmente envolveria o estudo de materiais, técnicas, microbiologia e imunologia, com a finalidade de aumentar o índice de sucesso da terapia endodôntica que é dependente da limpeza, desinfecção, modelação e selamento radicular. Dentre os recursos tecnológicos, citou os diferentes tipos de laser como aparatos indispensáveis, atuando no diagnóstico pulpar e tratamento endodôntico propriamente dito.

Como abordado anteriormente a SL criada durante a instrumentação é composta por matéria orgânica e inorgânica. Os componentes orgânicos se constituem de proteínas coaguladas restos de tecidos pulpares, odontoblastos, saliva, células sanguíneas e microorganismos. Assim a permanência da smear layer pode contribuir para o insucesso da terapia endodôntica<sup>27</sup>.

Num dos estudos preliminares que investigaram as possibilidades terapêuticas da luz laser em Endodontia, **BAHCALL et al.**<sup>10</sup>, em 1993, compararam o preparo biomecânico de dentes unirradiculados realizado com instrumentos manuais e laser de Nd:YAG, avaliando se essa forma de preparo poderia obter vantagem sobre a convencional. Os autores não especificaram a maneira pela qual o laser foi usado e nos resultados encontraram presença de smear layer nos dois grupos, sendo que, partículas de maior tamanho foram predominantes no grupo do laser. Não foi observado o derretimento seguido de recristalização da dentina com obliteração dos túbulos dentinários.

As diferenças encontradas na superfície dentinária entre os preparos radiculares realizados pelos métodos manual e laser, foram documentadas por **GOODIS et al.**<sup>42</sup>, em 1993. Foram utilizados dois modos de aplicação de lasers de Nd:YAG; pulsado, com potência de 3W e de modo contínuo com potência de 20W. Dez dentes foram preparados manualmente pela técnica do escalonamento regressivo e outros trinta preparados pela combinação

técnica manual e laser. A análise dos espécimes em microscopia eletrônica de varredura, demonstrou que os modos de aplicação de laser foram hábeis em remover a smear layer promovendo pequenas alterações na parede do canal radicular.

A partir desse momento a maioria dos trabalhos que se seguiram buscaram evidenciar as duas ações principais para a utilização do laser em Endodontia: antimicrobiana<sup>33, 62;77, 82, 130</sup> e remoção de debris<sup>77</sup>. Neste trabalho a ação sobre a dentina no que se refere à remoção de debris, smear layer e modificações estruturais são de maior interesse, visto que, podem influenciar na qualidade de vedação alcançada pelos materiais obturadores.

**PAGHDIWALA**, em 1993<sup>85</sup>, mostrou que o derretimento e o selamento dos túbulos dentinários, acompanhados pela vaporização da matriz orgânica, promovidos pelo laser de Er:YAG podem implicar na redução da permeabilidade, esterilização de ápices contaminados e aumento na resistência a processos de reabsorção.

**SAUNDERS et al.**<sup>99</sup>, em 1995, verificaram a capacidade de limpeza e formação de um plug apical a partir de chips de dentina hidroxiapatita e porcelana de baixa fusão. Utilizaram níveis de energia que variaram de 0.75 a 1,7W / 15pps. Quanto à limpeza, verificaram não haver diferença entre os parâmetros adotados, observando que o laser foi capaz de remover completamente o tecido pulpar.

Para minimizar o efeito térmico gerado por alguns tipos de laser foi pesquisada a possibilidade do uso do laser em conjunto com o spray de água, o que foi confirmado por **VISURI; WALSH; WIGDOR**<sup>123</sup>, em 1996.

**ANIC; TACHIBANA; MASUMOTO**<sup>6</sup>, em 1996, propuseram-se a verificar as mudanças na permeabilidade, morfologia e temperatura em raízes irradiadas com os seguintes tipos de laser: Nd:YAG, CO2 e Argônio, combinando diferentes parâmetros de utilização. Esses efeitos foram avaliados na presença ou não de smear layer. Em relação à permeabilidade verificada pela penetração do corante azul de metileno nos túbulos dentinários, esta foi



dependente do terço analisado. No terço cervical, embora tenha havido menor grau de infiltração de corante para todos os grupos de laser, a única média com diferença estatística foi verificada para o laser de Nd:YAG aplicado sem a presença da smear layer. No terço médio, os três tipos de laser utilizados promoveram o aumento na permeabilidade nos grupos com smear layer, com diferença para o grupo do laser de argônio. O laser de CO<sub>2</sub> e Nd:YAG quando comparados ao grupo controle, diminuíram estatisticamente a permeabilidade apical dos dentes, independente da presença ou não da smear layer. Os autores comentaram as razões para a inconsistência dos dados obtidos para essa análise. Um dos principais fatores deve-se à orientação do feixe de laser nos diferentes terços, ressaltando que quanto mais perpendicular à superfície, maior a energia absorvida pelos tecidos dentários. A variação de temperatura medida ficou na faixa de +10,1<sup>o</sup>.C, atingido pelo laser de CO<sub>2</sub>, e uma máxima de +54,8<sup>o</sup>.C (laser de argônio). Na microscopia eletrônica de varredura constatou-se que os três tipos de lasers proporcionaram uma superfície vitrificada e com presença de crateras.

**KHAN et al.**<sup>58</sup>, em 1997, verificaram o efeito de três diferentes tipos de lasers sobre a superfície da parede do canal radicular observando as alterações morfológicas e aumento da temperatura da superfície externa da raiz. Especificamente, em relação ao laser de Nd:YAG, a irradiação do terço apical com 2W, 20pps, 1” mostrou os melhores resultados quanto à remoção de debris. Houve a preservação da forma original do canal com a formação de uma superfície de aspecto vítreo; demonstrou menor carbonização da superfície, mesmo quando utilizado com elevados parâmetros como 2W, 20pps e 3”. Esses resultados foram independentes do preenchimento prévio do canal com substâncias corantes. O aumento de temperatura registrado com o uso desse tipo de laser permaneceu dentro da margem segura, em relação aos tecidos periodontais, aproximadamente 33 e 23<sup>o</sup>.C quando utilizada, respectivamente a solução de amônia de prata e tinta da Índia.

O objetivo do estudo de **HARASHIMA**<sup>50</sup>, em 1997, foi comparar dois parâmetros de utilização do laser de Nd:YAG quanto à remoção de smear layer. Os parâmetros foram de 1W e 20pps para o grupo I e 2W, 20pps

para o segundo grupo. Para ambos os grupos, a forma de aplicação foi a irradiação do terço apical por 2 ou 4 exposições de 10 segundos ao longo do canal. A diferença da média de escores atribuídos para o grupo não irradiado e para o grupo I do laser mostrou não haver diferença significativa. O laser utilizado nesses parâmetros foi ineficiente, na maioria dos espécimes. Restos teciduais e smear layer foram encontrados recobrando os túbulos dentinários. Provavelmente, esses parâmetros foram insuficientes para promover a absorção pelas partículas presentes no canal radicular. Entretanto, o aumento da energia do laser para 2W foi suficiente para ocorrer a vaporização de restos teciduais. A parede dos canais mostrou-se livre de remanescentes teciduais com a smear layer evaporada, derretida e em alguns casos apresentou recristalização. As áreas de túbulos dentinários abertos foram intercaladas por outras cobertas com glóbulos minerais derretidos.

**LIU; LIN; LAN**<sup>70</sup>, em 1997, verificaram a profundidade de selamento dos túbulos dentinários após a aplicação do laser de Nd: YAG. Fatias de dentina retiradas da região próxima à junção amelo-cementária foram irradiadas com 30mJ de energia 10pps, por meio da fibra óptica de 400um. Na análise de microscopia eletrônica de varredura constatou-se *melting* de dentina e oclusão dos túbulos dentinários expostos. A profundidade de obliteração estendeu-se por aproximadamente 40um. Os autores reforçaram que esse seria um método eficaz na terapia de casos de hipersensibilidade dentinária.

A habilidade de remoção de debris da parede dentinária pelo laser de Er:YAG, após a instrumentação do canal, foi confirmada por **TAKEDA et al.**<sup>111</sup> em 1998. Encontraram uma parede radicular livre com evaporação de debris e smear layer e a dentina com aspecto de derretimento, fusão e recristalização em muitas áreas. Esses achados foram estatisticamente significantes quando se comparou com o grupo não irradiado. O grupo de dentes que serviu com controle não recebeu a irradiação e a microscopia eletrônica de varredura mostrou debris e uma camada espessa de smear layer recobrando os túbulos dentinários à semelhança do divulgado por **MAcCOMB, SMITH**<sup>71</sup> (1975). No grupo de dentes irradiados a variação ocorreu em função do tempo: 3 e 5 segundos com parâmetros de 1W, 100mJ/pulse e 10Hz). As paredes desses

dentos mostraram-se livres de debris e smear layer revelando túbulos dentinários abertos.

**MATSUOKA; KIMURA; MATSUMOTO**<sup>78</sup>, em 1998, investigaram a capacidade de remoção de smear layer pelo laser de Er:YAG. Verificaram que quando o laser de Er:Yag foi aplicado com 150mJ, 3W, 20pps com 4 exposições determinadas em 1 s apical seguido de 2s ao longo do canal, foi alcançada uma condição desejável quanto à remoção de debris.

A direção de incidência do feixe luminoso do laser parece influenciar diretamente nos tipos de alterações morfológicas induzidas nos tecidos dentários. Segundo **ANIC et al.**<sup>7</sup>, em 1998, quando a energia de três diferentes tipos de laser(Argônio, Nd:YAG, CO2) foi aplicada paralelamente à superfície da dentina, houve variação na morfologia final da parede radicular. Nenhuma alteração, até erosões e derretimento dentinário foram observados, na parede do canal radicular. Por outro lado, quando o laser foi aplicado em um sentido perpendicular à dentina, em fatias removidas da coroa de molares, as mudanças foram mais uniformes e constantes. Assim, todos os lasers produziram crateras na área aplicada. Conseqüentemente, os autores concluíram que o ângulo de incidência formado entre a luz laser e a superfície a ser tratada, é um fator decisório na quantidade de energia que pode ser absorvida pelos tecidos dentários, determinando os tipos de alterações na estrutura dentinária. Portanto, a forma de aplicação do laser também influencia no efeito terapêutico a ser alcançando.

Vários trabalhos têm mostrado que o sucesso clínico do uso do laser depende do seu comprimento de onda, potência, duração de pulsos, tempo de exposição e natureza do tecido a ser irradiado. No trabalho de **ZHANG et al.**<sup>137</sup>, em 1998, quarenta dentes tiveram os canais instrumentados pela técnica do escalonamento regressivo e com irrigação alternada com hipoclorito de sódio e peróxido de hidrogênio e, em seguida, divididos em 4 grupos; grupo I: controle, sem irradiação; grupo II: laser; grupo III: laser mais corante (tinta da Índia); grupo IV: laser+ aplicação de Ag (NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>F a 38%. Os parâmetros para aplicação do laser de Nd:YAG, adotados nesse trabalho, foram 2W, 20pps. A fibra foi

passivamente inserida 1mm aquém do ápice e o laser ativado durante o procedimento de retirada. Foram realizadas quatro exposições de 10s totalizando 40 s/ canal. Os dentes, após selamento externo, foram imersos em rodamina B por 48 horas e assim verificado a penetração do corante na dentina em nível de terço apical e médio. O uso da tinta beneficiou a evaporação seguido de “melting” da maior parte da smear layer; a permeabilidade dentinária diminuiu significativamente com esse tratamento. Concluíram que a tinta negra é um bom iniciador para a irradiação com laser de Nd: YAG, porém observaram mudanças inconstantes da parede do canal radicular, possivelmente porque a energia distribuída pelo laser não é uniforme. Outra interpretação pode ser que a tinta negra não recobre adequadamente a parede do canal, assim, a absorção de energia é desigual.

**TAKEDA et al.**, em 1998, comparam a capacidade de remoção de smear layer dos lasers de Er:YAG, Nd:YAG e Argônio<sup>110</sup>. Os canais foram instrumentados manualmente e irrigados alternadamente com hipoclorito de sódio a 5,25% e 3% peróxido de hidrogênio. Os parâmetros utilizados para o laser de Argônio foram 1W, 50MJ e 5Hz, aplicado por 3” no ápice, seguido de ativação em movimento de retirada por 15 seg repetidos por quatro vezes, totalizando 63” por canal. O grupo do laser de Nd: YAG foi usado com 2W, pulso de 200mJ e freqüência de 20Hz, na qual a fibra foi introduzida no comprimento de trabalho e em contato com a parede e 3” foram aplicados no ápice e após 4 exposições de 10” ao longo do canal. O ultimo grupo experimental foi irradiado com laser de Er:Yag com 1W, 100mJ e freqüência de 10Hz e, assim como os outros grupos, 3” iniciais foram aplicados no ápice e 3 segundos por todo o comprimento do canal completando 15” de exposição. Verificaram que os três tipos de equipamento demonstraram capacidade em remover a smear layer, entretanto, aspectos superficiais diferenciam e caracterizam os três tipos de lasers. Canais irradiados com laser de Argônio mostraram melting superficial livres de smear layer e sem uniformidade. A dentina irradiada com Nd:YAG apresentou melting e fusão e em alguns casos acompanhado de recristalização. O laser de Er:YAG apresentou outra característica com paredes do canal livres de smear layer e túbulos dentinários abertos sem melting.

**YAMAZAKI et al.**<sup>135</sup>, em 1999, verificaram se haveria uma redução na infiltração apical em dentes irradiados com laser de argônio. Os autores variaram o tempo de aplicação na região onde foi aplicado o stop apical. Assim os grupos foram divididos em 1', 2' e 3' a um parâmetro de 0.3W. Após imersão em corante de rhodamine B observaram uma menor infiltração, embora sem significância estatística, quando comparado com um grupo do qual os dentes não foram irradiados. Alguns espécimes foram observados em microscopia eletrônica de varredura e com esses dados, os autores concluíram que essa técnica providencia uma parede de canal livre de debris.

No trabalho comparativo entre a atuação das soluções irrigadoras usualmente aplicadas para a remoção da SI e o efeito dos lasers de Er:YAG e CO<sub>2</sub> de **TAKEDA et al.**<sup>112</sup>, em 1999, foi concluído que a irrigação com E.D.T.A e as soluções ácidas removeram parcialmente a smear layer e ainda promoveram desmineralização da dentina intertubular. O laser de Co2 providenciou remoção e melting da smear layer, sendo que o laser de Er:YAG mostrou-se mais efetivo para remoção da smear layer.

O propósito do estudo de **GOYA et al.**<sup>43</sup>, em 2000, foi primeiramente observar as mudanças morfológicas da parede do canal radicular em nível de stop apical quando irradiada com Nd: YAG com ou sem a tinta da Índia e, posteriormente, determinar o grau de infiltração apical pela penetração de corante. Sessenta dentes após, preparo biomecânico dos canais foram divididos, em três grupos experimentais: Grupo I: controle. Grupo II: as raízes foram irradiadas com laser de Nd: YAG. A energia foi emitida num comprimento de onda de 1064 nm com auxílio de uma fibra flexível com diâmetro de 0,32mm. Utilizaram 2W, 100mJ e 20Hz. A ponta da fibra foi introduzida no comprimento de trabalho e o laser acionado por 2". Esse procedimento foi repetido após um intervalo de 30s, totalizando 4" por canal. Grupo III: Aplicou-se os mesmos procedimentos descritos para o grupo anterior, entretanto, na porção apical foi aplicada tinta da Índia. O resultado das análises demonstrou que os dois grupos tratados com laser, além de observar menor quantidade de debris, houve uma diminuição significativa nos graus de infiltração do corante rodamina. Verificou-se ainda uma melhor eficácia do laser no grupo em que se associou à tinta da Índia. Esse fato é explicado pelos

autores de que a maior absorção da energia do laser de Nd: YAG é dependente da cor da dentina, em função do comprimento de onda desse tipo de laser.

**LAN et al.**<sup>65</sup>, em 2000, compararam as mudanças morfológicas provocadas pelos lasers de Nd:YAG e CO<sub>2</sub>, na dentina coronária. Oitenta e um espécimes com três milímetros de espessura de dentina retirados do terço médio da coroa foram usados. Usou-se em seqüência as lixas #320, #400 e #600 para criar smear layer. Metade foram tratados com E.D.T.A . a 14% por 2 minutos, anteriormente ao uso do laser. Após os dois tipos de laser foram aplicados perpendicularmente a uma distância de 1mm da superfície dentinária por 4 segundos. Os parâmetros para o laser de Nd:YAG foram 50mJ, 100mJ e 150mJ por 10, 20 e 30pps. Para o laser de CO<sub>2</sub>, 2,3 e 4W por 5msX20pps; 10msX10pps; 20msX20pps; 50msX2pps; 100msX2pps e 200msX2pps. A análise em microscopia eletrônica de varredura mostrou que o laser de Nd:YAG causou cratera e “melting” na superfície dentinária, especialmente na dentina dos espécimes sem “smear layer”. O laser de CO<sub>2</sub> produziu extensas áreas de “cracking” na dentina com smear layer, enquanto que foram encontradas erosões, crateras nos espécimes sem smear layer. Em conclusão, tanto o tipo de laser quanto a presença ou não da smear layer levam a mudanças morfológicas na dentina. Esse trabalho demonstrou que o laser, especialmente que o laser de Nd:YAG foi capaz de promover ablação da dentina mesmo sem pigmentação da sua superfície.

Em função das alterações da arquitetura dentinária promovida pelos diferentes tipos de laser, investiga-se se esse fator poderia influenciar na adesão dos materiais endodônticos. **PÉCORA et al.**<sup>89</sup>, em 2001, avaliaram se o tratamento dentinário com laser de Er;YAG ou EDTAC influenciaria na força de adesão de seis cimentos endodônticos. Noventa e nove dentes tiveram os canais instrumentados e então divididos em 3 grupos: I sem tratamento dentinário (controle); grupo II, EDTAC aplicado por 5 minutos; grupo III, laser de Er:YAG ( 2,25W, 11mm de distância focal, 4HZ, 200mJ). Os cimentos testados foram: AH Plus, Sealer 26, AH 26, TopSeal, Sealer Plus e Fillcanal (controle). Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa em nível de 1% entre os tratamentos. Os dentes irradiados permitiram uma maior adesão

dos cimentos, que numa ordem de melhor para pior foram listados da seguinte forma: AH Plus, Topseal e Sealer 26, AH 26, Sealer Plus e Fillcanal

A adaptação dos cimentos Endomethasone, AH Plus e Ketac Endo, às paredes dentinárias, foi avaliada por **VALE**<sup>120</sup>, em 2001, de acordo com o procedimento adotado para a limpeza final do canal radicular. Assim comparou a aplicação do laser de Er:YAG com a solução de E.D.T.A à 17%. Verificou a influência de tais procedimentos na adaptação dos materiais testados, observando que a solução de E.D.T.A. melhorou a adaptação dos cimentos Endomethasone e AH Plus, efeito não observado com o uso do laser de Er:YAG.

**KIMURA**<sup>62</sup>, em 2001, avaliou o grau de infiltração apical em canais irradiados com laser de Er:YAG. Os terços médios dos canais foram preparados com broca de Gates Glidden. No grupo controle, realizou-se a instrumentação pela técnica do escalonamento regressivo e irrigação alternada com hipoclorito de sódio a 5,25% e água oxigenada. O grupo II foi preparado com o laser de Er:YAG. Inicialmente foi usada a ponta de diâmetro 0.285 com 170mJ em movimentos de vai e vem até alcançar o comprimento de trabalho. Assim as outras pontas foram usadas em ordem crescente para o alargamento do canal: ponta B 0.375mm/210mJ; ponta C 0.470mm/ 230mJ. Durante toda a aplicação do laser foi aplicado spray de água. Na seqüência, os canais foram secos e obturados pelo sistema Obtura e cimento Canals N. Receberam cobertura de esmalte e, então, ficaram imersos em rodamina B a 0,6%, por 48 horas. Após a secção das raízes, a leitura da infiltração foi realizada com auxílio de um estereoscópio. Para investigar o contato e adaptação entre as paredes do canal radicular e cimento obturador os espécimes foram desidratados e secos no ponto crítico e observados em MEV. Tanto o grau de infiltração quanto a adaptação do material obturador não diferiu entre os dois grupos.

O objetivo de **YAMAZAKI et al.**<sup>136</sup>, em 2001, foi observar as mudanças morfológicas da parede do canal radicular e mudança de temperatura ocorrida na superfície externa após a irradiação com laser erbium, chromium:YSGG. Sessenta dentes com os canais instrumentados foram divididos em dois grandes grupos que se diferenciaram pela aplicação ou não de

refrigeração, durante a aplicação do laser. Cada grupo foi sub-dividido em 6 contendo cinco dentes, assim variou-se a potência de 1 a 6W. Os espécimes foram avaliados em estereomicroscópio, microscópio eletrônico de varredura e termógrafo. Carbonização e “cracks” foram observadas em todos os espécimes irradiados sem refrigeração, enquanto que pouca ou nenhuma carbonização, smear layer e debris foram verificados nos sub-grupos que receberam refrigeração. Em relação ao aumento de temperatura, o máximo alcançado foi 37°C para o grupo I e 8°C para o segundo grupo.

O propósito do estudo de **PARK et al.**<sup>86</sup>, em 2001, foi avaliar duas diferentes técnicas de instrumentação associadas ou não ao uso do laser de Nd:YAG e verificar se esse tipo de tratamento promoveria diminuição na infiltração apical. Quarenta raízes de dentes foram divididas em 4 grupos. As raízes do grupo I, após terem os canais instrumentados manualmente foram irradiadas com laser de Nd:YAG com 5W, 20Hz ao longo do canal por 3 segundos. No outro grupo o preparo do canal foi semelhante, porém não foi utilizado o laser. Nesses dois grupos, a técnica de obturação foi a condensação lateral ativa. No terceiro grupo os canais foram instrumentados com profile taper 04 e irradiados de forma semelhante ao grupo I. O último grupo experimental seguiu os passos adotados no grupo III, porém sem o laser. A condensação vertical foi aplicada nos canais preparados com profile. Em todos os dentes foi usado o Pulp Canal Sealer. Com duas horas as raízes irradiadas obtiveram menores índices de infiltração apical. Após 10 dias, o grupo IV providenciou menor infiltração seguida dos grupos 2,1 e 3. Os autores ressaltaram que a melhoria de selamento proporcionado pelo laser foi elevada pela combinação da técnica rotatória e condensação vertical. Vale ressaltar que nos grupos controle, não foi usado nenhum método de remoção da smear layer.

O laser de Nd:YAG promove a ablação dos tecidos orgânicos com conseqüente obliterações dos túbulos dentinários. Esse fator diminui a permeabilidade dentinária. Provavelmente, essa característica tenha sido a responsável pela menor infiltração apical do corante azul de metileno em solução aquosa a 2% quando se comparou com o laser de Er:Yag no trabalho conduzido por **CARVALHO et al.**<sup>19</sup>, em 2002. A média de infiltração ocorrida no



grupo no qual se aplicou o laser de Er:YAG foi de 7,3mm estatisticamente significativa da média obtida pelos grupos do laser de Nd:YAG ( 0,6mm) e E.D.T.A.(1,6mm).

Enquanto não se determinam parâmetros ou mesmo protocolos específicos quanto à forma de aplicação do laser em Endodontia, investiga-se alternativas que visam otimizar e melhorar a ação terapêutica do laser.

Em relação à infiltração apical o uso de um plug de dentina irradiado, posteriormente, com laser de Nd:YAG tem sido apresentado como uma opção para se conseguir um adequado selamento apical. No entanto, embora o laser de Nd:YAG promova o derretimento e recristalização desse plug de dentina, tal procedimento, segundo **GEKELMAN; PROKOPOWITSCH; EDUARDO**<sup>35</sup> (2002), não implica em menor infiltração.

Por fim, após essa revisão de literatura, constata-se que o selamento coronário tem um papel importante no sucesso do tratamento endodôntico, pois funciona como um elemento a mais na proteção dos tecidos periapicais da contaminação por microrganismo residentes na saliva.

Foi relatado que a infiltração ocorre mesmo em obturações bem adaptadas, provavelmente pela ruptura ou dissolução do cimento obturador. Na existência de falhas na obturação radicular, bactérias e subprodutos bacterianos alcançam a região periapical e induzem a formação de patologias, nessa região.

A partir do que foi apresentado e considerando que uma das áreas críticas do selamento é a interface dente/material torna-se pertinente estudar procedimentos clínicos que poderiam interferir na melhora da adaptação do material endodôntico às paredes dentinárias.

## ***3 – PROPOSIÇÃO***

---

### **3 – PROPOSIÇÃO:**

Em face da escassez de dados na literatura que revelem a atuação do laser como um coadjuvante no tratamento endodôntico, nos propusemos :

- Comparar, por meio da infiltração bacteriana, o efeito da aplicação do laser de Nd:YAG em dois parâmetros, do laser de Er:YAG e da solução de E.D.T.A. a 17% nas paredes do conduto radicular, após o seu preparo biomecânico e sua obturação pela técnica da condensação lateral e cimento AH Plus.

## ***4 – MATERIAL E MÉTODOS***

---

## **4 – MATERIAL E MÉTODOS:**

### **4.1 - SELEÇÃO E PREPARO DOS ESPÉCIMES**

De uma amostra inicial de 120 espécimes bovinos, foram selecionados 90 para a realização deste experimento por preencherem os requisitos necessários durante a padronização da amostra.

Inicialmente, os dentes foram limpos com curetas de Gracey e profilaxia com pedra pomes e armazenados em solução de timol a 0,1%. Selecionaram-se os dentes que apresentavam o mesmo comprimento e em seguida realizaram-se radiografias periapicas no sentido MD e VL; aqueles que mostraram similaridade em relação às características anatômicas internas foram incluídos no experimento.

O preparo dos espécimes seguiu as orientações de HAAPASALO; ORSTAVK (1987). Assim, foram realizados dois cortes transversais com disco diamantado de dupla face. O primeiro a 5mm aquém do ápice radicular(FIGURA 3A) e o segundo a partir da coroa(FIGURA 3B), a fim de providenciar um segmento radicular com 10mm de comprimento. As raízes foram mantidas em ambiente úmido (solução salina a 0.9%) a 10<sup>o</sup>. C para evitar a desidratação.

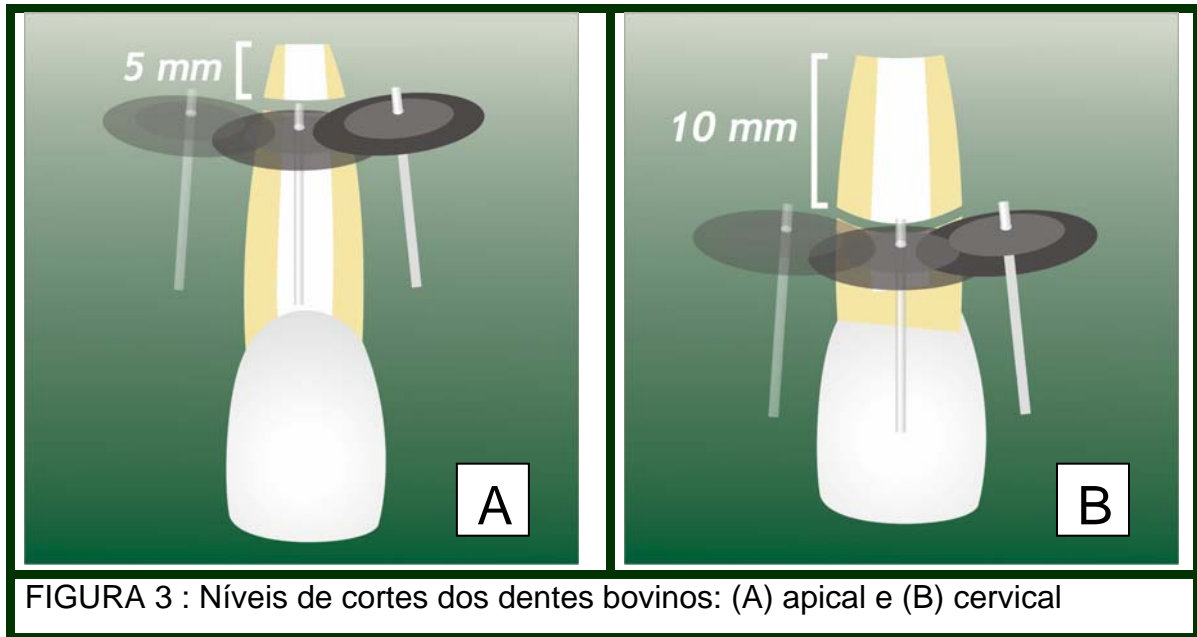


FIGURA 3 : Níveis de cortes dos dentes bovinos: (A) apical e (B) cervical

Nesse instante, verificou-se também o diâmetro anatômico do canal radicular no milímetro mais apical, assim uma lima tipo K de calibre n. 90 foi introduzida por todo o comprimento do canal e somente os dentes que apresentaram diâmetro anatômico apical referente a esse calibre foram selecionados.

Procedeu-se, a seguir, a biomecânica dos canais radiculares. Em função do calibre do dente de boi foram usadas limas tipo Kerr<sup>1</sup> de terceira série. As limas de n. 90, 100, 110 e 120 foram utilizadas em seqüência crescente em movimentos de limagem circunferencial em todo o comprimento do canal. Ao final da instrumentação, todos os dentes apresentavam diâmetro apical referente à lima n.120 . A cada troca de lima, o canal foi irrigado com 5mL de hipoclorito de sódio a 1% e ao final, irrigação abundante com 20mL de solução salina. Novamente, adotaram-se os mesmos procedimentos de armazenamento citados anteriormente.

<sup>1</sup> MAILLEFER, Bailagues, Suíça

## **4.2 - TRATAMENTO DA SUPERFÍCIE DENTINÁRIA E OBTURAÇÃO DO CANAL RADICULAR.**

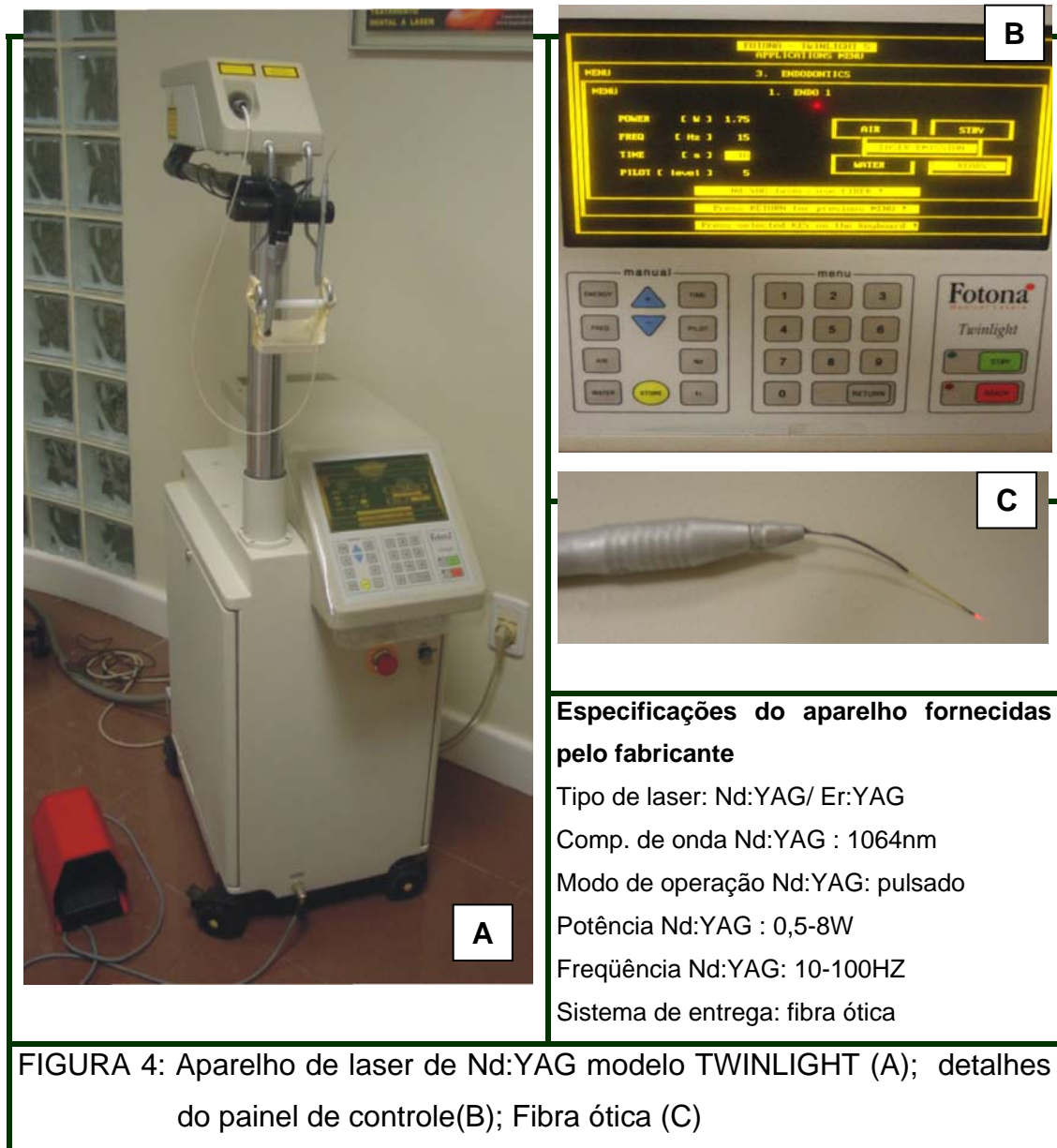
Os 90 espécimes foram divididos em quatro grupos experimentais e dois controles:

**GRUPO I (20 espécimes):** O excesso de umidade presente no interior do canal foi aspirado com auxílio de uma cânula acoplada a uma bomba a vácuo, portanto, não se executou a secagem com cones de papel absorvente. Em seguida foi aplicado o laser de Nd:YAG<sup>2</sup>, com comprimento de onda de 1.064 nanômetros,<sup>r</sup> modo pulsado que apresenta taxa de repetição de 10 a 100HZ, com potência variável de 0,5 a 8 Watts(FIGURA 4). Esse aparelho possui tanto o laser de ND:YAG quanto Er:YAG. Assim, laser de Nd:YAG foi aplicado em todas as paredes do canal radicular com os seguintes parâmetros 15Hz de frequência, 1,5W de potência. Nesse grupo, o sistema de entrega foi por fibra óptica com 320um de diâmetro aplicado pelo método de contato, no sentido ápice –coroa, em movimentos helicoidais de retirada, com cinco segundos de aplicação, em uma velocidade aproximada de 2mm/segundo. Essa operação foi repetida por quatro vezes, totalizando 20 segundos de irradiação. É importante mencionar que a orientação da luz laser foi por intermédio de uma luz guia, pertencente ao aparelho, composta por um laser de diodo.

**GRUPO II (20 espécimes):** Nesse grupo, também foi usado o laser de Nd:YAG à semelhança do GRUPO I, entretanto os parâmetros foram os seguintes: 15Hz, 2,0W.

---

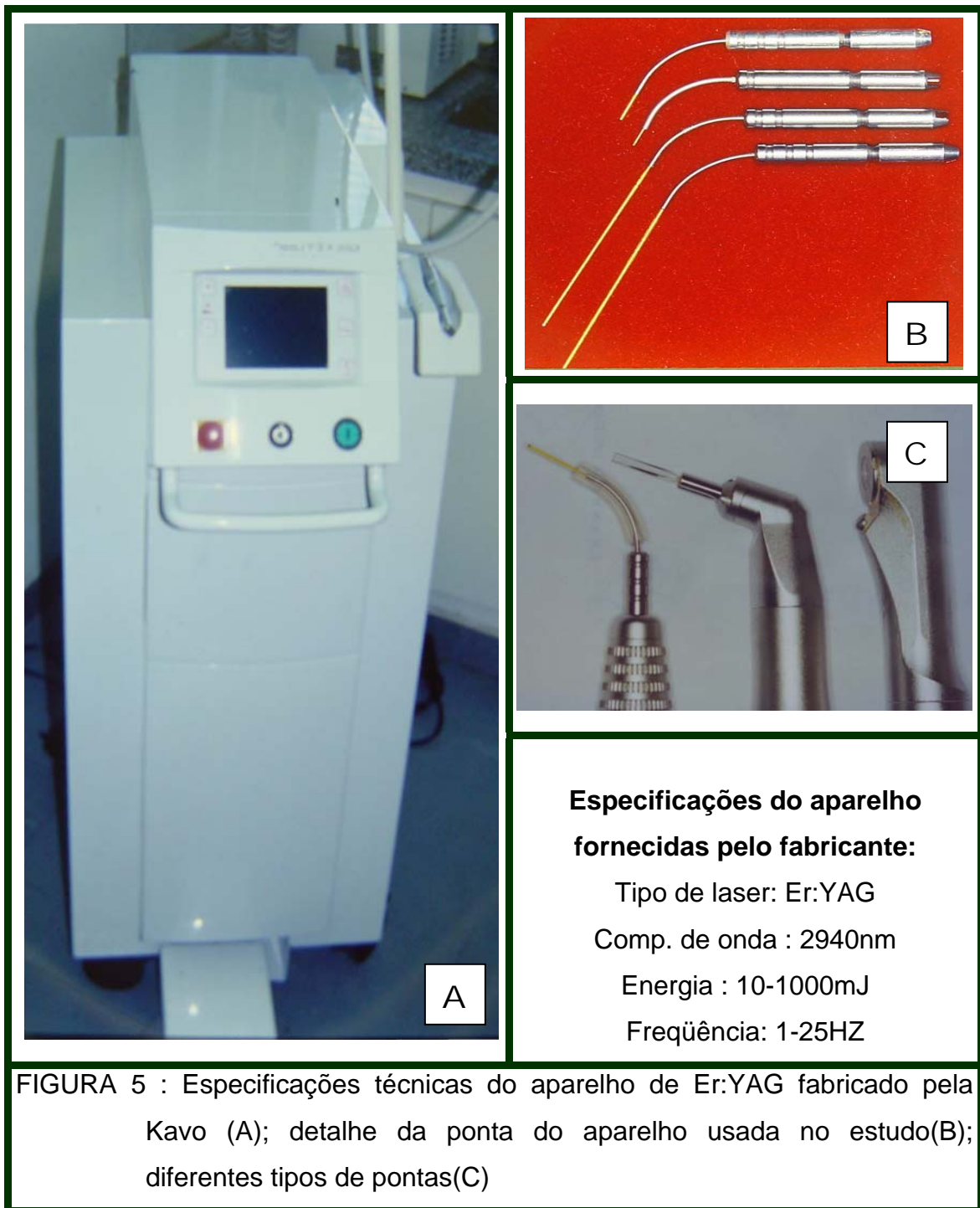
<sup>2</sup> FONTONA,



**GRUPO III (20 dentes):** representado pelo laser de Er:YAG<sup>4</sup> (FIGURA 5), com comprimento de onda de 2,94 $\mu$ m, fibra ótica com 0,375mm de diâmetro e 28mm de comprimento. O laser foi aplicado por meio da fibra ótica do laser foi aplicada com energia de 150mJ, com taxa de repetição de 10HZ em quatro aplicações de cinco segundos, sob refrigeração a ar, em movimentos helicoidais no sentido apicocervical em toda a extensão do canal, totalizando também 20 segundos de aplicação.

<sup>4</sup> KAVO, Alemanha





**GUPO IV (20 espécimes):** Os espécimes pertencentes a esse grupo não foram irradiados e realizou-se a remoção da “smear layer” com solução de EDTA a 17% pH de 8,7<sup>5</sup>. Para proceder a remoção da “smear layer” nesse grupo, após a instrumentação, os canais foram aspirados e preenchidos com a solução de E.D.T.A a 17% por três minutos.

<sup>5</sup> Depto. de Bioquímica da Faculdade de Odontologia de Bauru

**GRUPO V -Grupo controle positivo(cinco espécimes):** Nos cinco espécimes do grupo controle positivo, as raízes foram obturadas com um único cone de gutapercha sem cimento obturador, a fim de simular uma obturação deficiente

**GRUPO VI -Grupo controle negativo (cinco espécimes) :** procedeu-se os mesmos passos adotados para o grupo IV, diferindo-se na impermeabilização radicular, como será melhor descrito posteriormente.

A apresentação dos grupos com o número dos espécimes, o tipo de tratamento dado à dentina e o material usado na obturação do conduto radicular pode ser visto na TABELA 2

TABELA 2: Grupos experimentais, número de espécimes por grupo, tipo de tratamento da dentina e cimento obturador.

<b>GRUPO</b>	<b>N. ESPÉCIMES INICIAL</b>	<b>TRATAMENTO DENTINA</b>	<b>CIMENTO</b>
<b>I</b>	<b>20</b>	<b>Nd:YAG - 15Hz / 1,5W</b>	<b>AH Plus</b>
<b>II</b>	<b>20</b>	<b>Nd:YAG – 15Hz, 2,0W.</b>	<b>AH Plus</b>
<b>III</b>	<b>20</b>	<b>Er:YAG – 10Hz, 150mJ</b>	<b>AH Plus</b>
<b>IV</b>	<b>20</b>	<b>E.D.T.A</b>	<b>AH Plus</b>
<b>V</b>	<b>05</b>	<b>E.D.T.A</b>	<b>S/CIMENTO</b>
<b>VI</b>	<b>05</b>	<b>E.D.T.A</b>	<b>AH Plus</b>

Após essa etapa, todas os espécimes dos grupos **I, II, III, IV e VI** foram secos com papel absorvente, e obturados com cimento AH Plus<sup>6</sup> pela técnica da condensação lateral. O cimento AH Plus foi manipulado de acordo com as recomendações do fabricante, portanto, empregando-se partes iguais (3cm) das duas pastas, catalisadora e base que apresentam como componentes:

**Pasta A:** Resinas epóxicas

Tungstato de cálcio  
Óxido de zircônio  
Sílica  
Pigmentos de óxido de ferro

**Pasta B:** Aminas

Tungstato de cálcio  
Óxido de zircônio  
Sílica  
Oleo de silicone

Em virtude do calibre dos canais houve a necessidade prévia da confecção do cone principal, fabricado pela união de dois cones de guta-percha n. 80<sup>7</sup>. Para alcançar uma adequada adaptação do cone principal no forame, em algumas situações, ocorreu que ele se projetou para fora da região apical, procedeu-se o corte do cone, nessa região. O cimento foi espatulado de acordo com as recomendações do fabricante e pincelado em todas as paredes do canal com auxílio de um cone de papel absorvente n.80.

Em seguida o cone de guta-percha foi levado ao interior do canal até o ajuste na região apical, também envolto com o cimento obturador. A partir daí, cones de guta-percha acessórios R7<sup>8</sup> foram introduzidos, de acordo com a técnica da condensação lateral ativa com auxílio de lima tipo K n.30, até o preenchimento do canal. A porção excedente dos cones obturadores foi cortada, e a guta-percha condensada verticalmente com instrumentos calcadores tipo Paiva, aquecidos, até restarem 5mm de material obturador na porção apical do canal radicular. Tanto o canal radicular quanto a porção externa radicular foram limpos com álcool para remover qualquer resquício de cimento obturador.

---

<sup>6</sup> DENTSPLY DE TREY, Konstanz, Alemanha

<sup>7</sup> DENTSPLY, Rio de Janeiro, Brasil

<sup>8</sup> DENTSPLY, Rio de Janeiro, Brasil

Para confirmação da qualidade da obturação, bem como, do nível de corte, o segmento radicular foi disposto sob um filme radiográfico periapical tipo E, e radiografada no sentido MD e VL, utilizando-se o aparelho de rX regulado para 70Kvp com 10mA, a uma distância foco-filme de aproximadamente 40cm e com tempo de exposição em três segundos. Após processamento manual pelo método tempo-temperatura, a radiografia foi analisada em um negatoscópio, e ante a existência de falhas na obturação uma nova intervenção era realizada no sentido de se obter excelência da obturação quanto ao aspecto radiográfico( FIGURA 6)

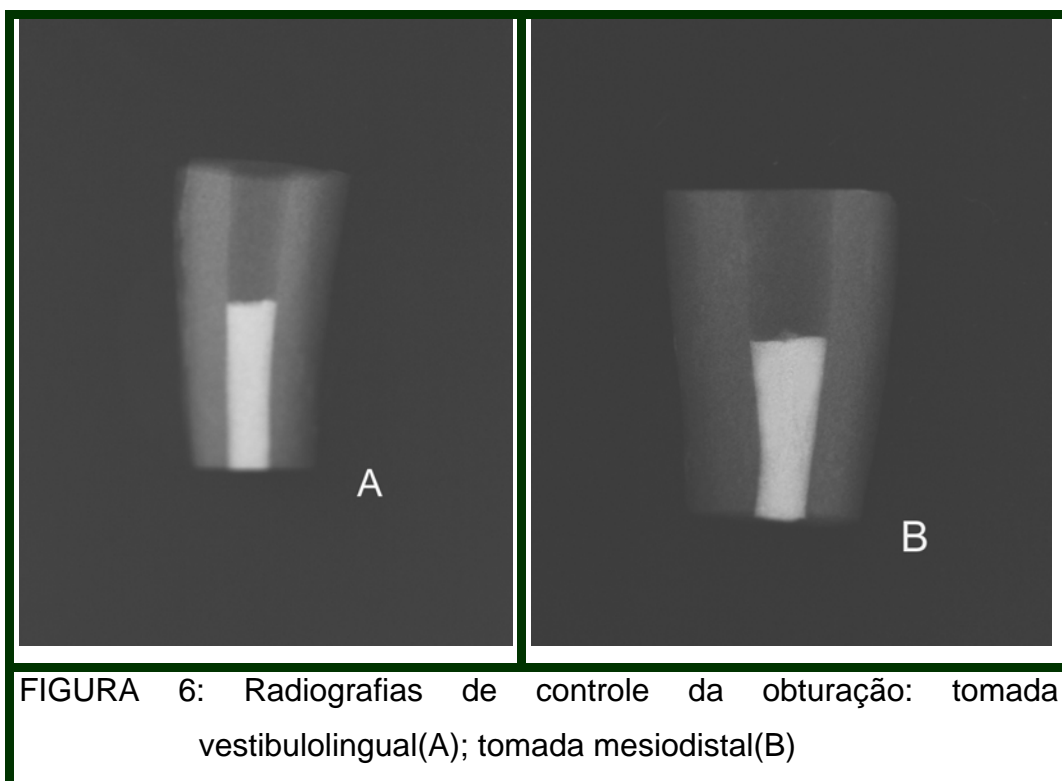


FIGURA 6: Radiografias de controle da obturação: tomada vestibulolingual(A); tomada mesiodistal(B)

Os espécimes foram mantidos em ambiente úmido por cinco dias a 37°C.

### **4.3 - INFILTRAÇÃO BACTERIANA.**

#### **4.3.1. CONFECCÃO DO DISPOSITIVO PARA O TESTE DE INFILTRAÇÃO:**

Foi necessário montar um dispositivo que permitisse confirmar a passagem das bactérias através da obturação.

Os espécimes foram inseridos na porção inferior de micro tubos de polypropileno, com capacidade para 1,5mL (tubos de centrifuga do tipo eppendorf). Com o auxílio de um disco de carborundum foi realizado um corte transversal a fim de remover o fundo dos tubos de centrifuga (FIGURA 7A) e, assim possibilitar a adaptação dos espécimes, fazendo com que os dois milímetros apicais da raiz se projetassem para fora do mesmo (FIGURA 7B). A junção entre o tubo e a raiz foi selada com araldite de presa rápida, com intuito de fixar o espécime e de impedir a passagem do meio de cultura nessa região. A porção do segmento, externa ao eppendorf, foi recoberta com duas camadas de esmalte para unhas (maybeline), excluindo-se 1mm ao redor do extremo apical. Esse procedimento foi realizado com o objetivo de impermeabilizar as raízes lateralmente, sendo aplicado nos grupos I, II, III, IV e V.

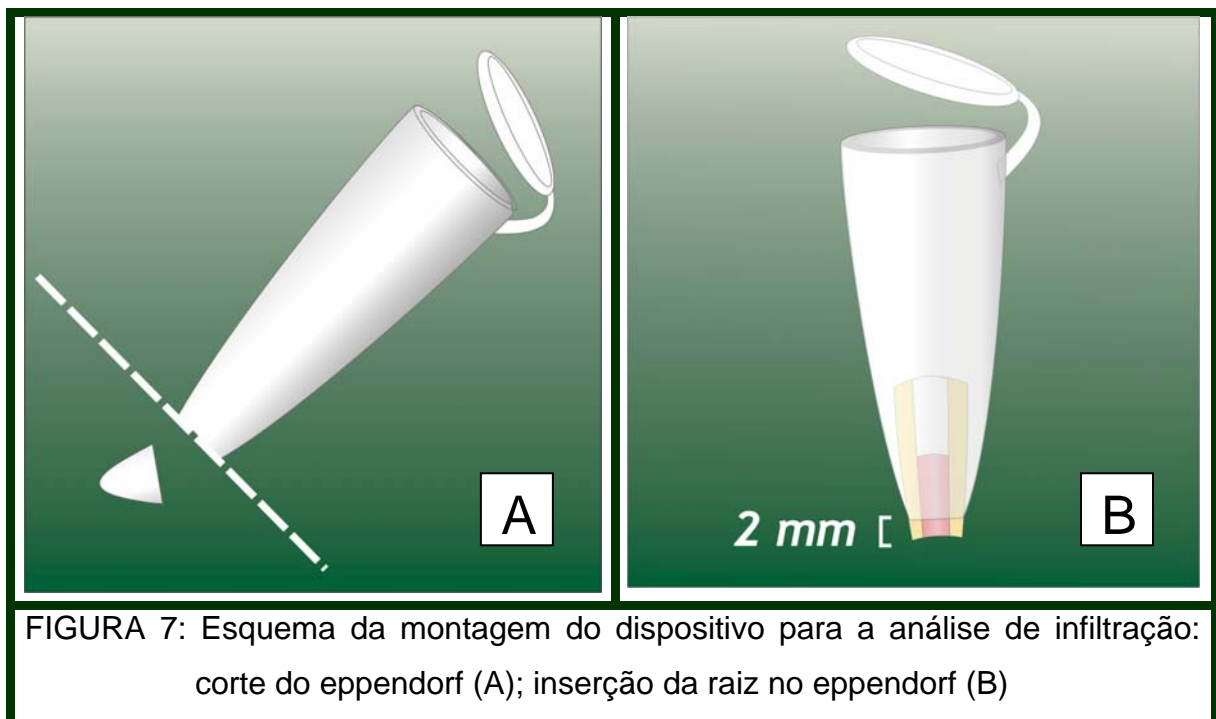


FIGURA 7: Esquema da montagem do dispositivo para a análise de infiltração: corte do eppendorf (A); inserção da raiz no eppendorf (B)

A impermeabilização do grupo controle negativo diferiu dos outros grupos. Nesses espécimes, a impermeabilização ocorreu por toda o segmento radicular, incluindo a área da obturação do extremo apical.

Após a montagem deste dispositivo, todo o conjunto foi submetido ao processo de esterilização por gás de óxido etileno a uma temperatura de 56°C, por quatro horas. Para tal, cada um dos dispositivos foi

embalado individualmente e os vários espécimes pertencentes a cada um dos grupos de tratamento de dentina e material obturador retornaram em seis embalagens maiores. O processo de esterilização foi realizado pela Sterilieno, lote 71930006.

#### **4.3.2 PREPARO DO MEIO DE CULTURA E INOCULAÇÃO:**

##### **4.3.2.1 – MICRORGANISMO:**

Para avaliar a infiltração nos espécimes, o microrganismo *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 foi selecionado pelo fato desta bactéria usualmente ser resistente aos procedimentos do preparo biomecânico e da terapia intracanal usada na Endodontia.

A cepa bacteriana foi reativa em tubos pyrex, com tampa de rosca, de 13x100mm, contendo 4,0mL do caldo Brain Heart Infusion – BHI<sup>9</sup>, sendo incubada a 37°C por 24 horas. Após ser constatada a turvação do meio de cultura, foi verificada a morfologia colonial em placas de petri contendo 20,0mL de Agar Sangue (AS) e Mitis Salivarius Agar (MSA), seguido pela confirmação da morfologia celular pelo método da coloração de Gram. Ambos os procedimentos foram realizados para confirmar a pureza da cepa.

Após repiques sucessivos da amostra bacteriana no caldo BHI, o qual era incubado a 37°C por 24 horas, uma alíquota de 10µL da cultura de *E. faecalis* ATCC 29212 foi transferida para um tubo de 13x100, contendo 8,0mL de caldo BHI que permaneceu incubado a 37°C por um período de 30 dias. Diariamente foi transferida uma alíquota de 10µL desta cultura para que se confirmar o tempo em que a amostra bacteriana poderia sobreviver, quando mantida nessas condições. Verificou-se que o referido microrganismo manteve-se viável durante esse tempo e que poderíamos realizar a troca semanal da cultura, a fim de minimizar a possibilidade de contaminação durante o período do experimento.

---

<sup>9</sup> DIFCO

Estabelecidos esses critérios, procedeu-se à montagem final do aparato para a avaliação da infiltração bacteriana. Todos os procedimentos de manipulação da cultura bacteriana e os subseqüentes ao período de avaliação da infiltração foram realizados no interior de uma câmara de fluxo laminar<sup>10</sup>.

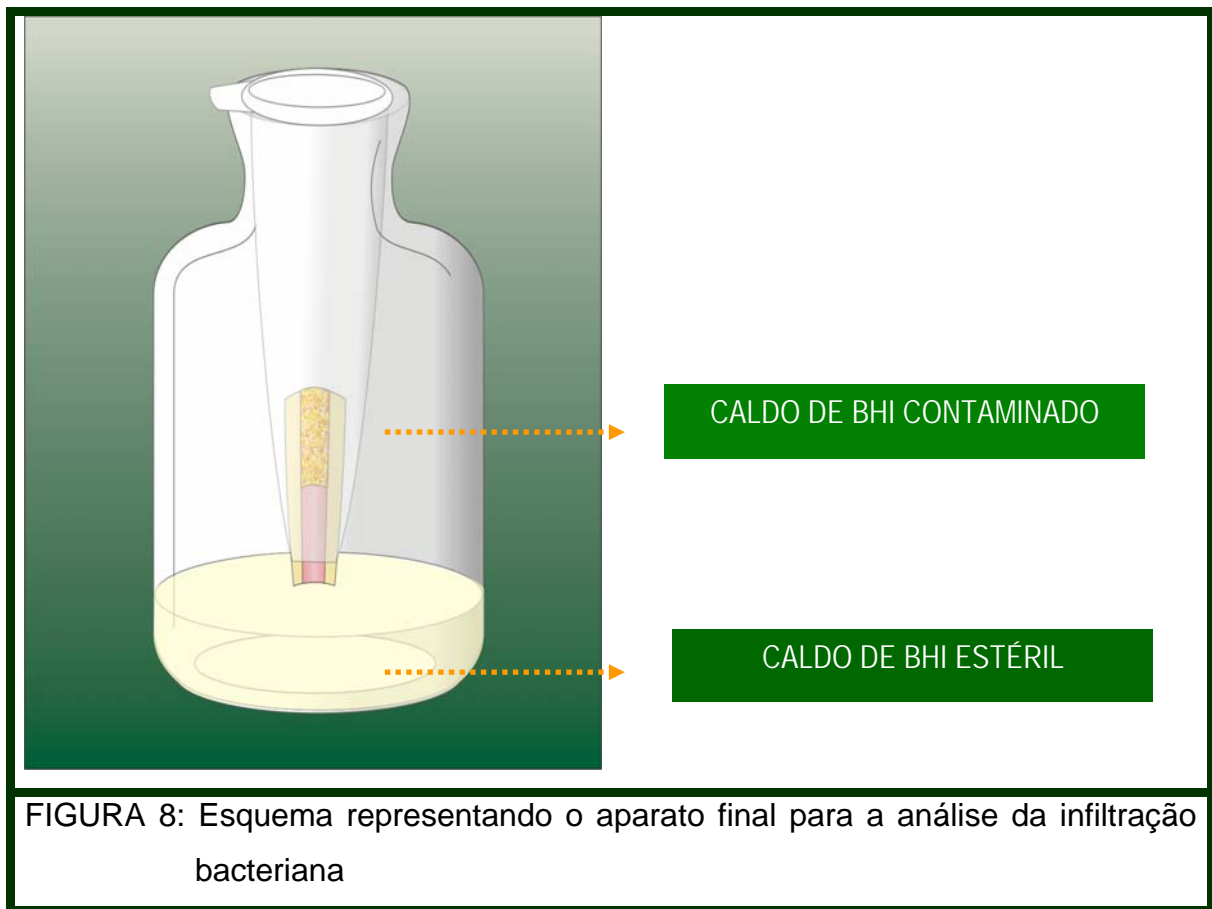
O inóculo bacteriano foi obtido por meio de repiques sucessivos, sendo o crescimento bacteriano obtido na fase exponencial, no período compreendido entre 15 a 18 horas no caldo BHI, incubado a 37°C. A turvação do meio de cultura foi avaliada no espectrofotômetro (Ultrospec 1000 – Pharmacia) no comprimento de onda de luz visível de 540nm. Por meio da proporção com a turvação da escala de MacFarland, foram calculadas quantas unidades formadoras de colônia (UFC) por mililitros havia na cultura. O inóculo foi padronizado para a quantidade de  $5 \times 10^5$  UFC/mL. Feita a padronização, o inóculo foi utilizado num período inferior a 30 minutos após o ajuste e alíquotas de 500µL foram transferidas para o compartimento superior dos tubos de eppendorf.

#### **4.3.2.2 – MONTAGEM DO DISPOSITIVO :**

Após os espécimes foram adaptados em um frasco tipo penicilina, contendo de 2,0 a 3,0mL de caldo BHI, o qual foi previamente esterilizado em autoclave a uma temperatura de 121°C por 15 minutos. Ao frasco tipo penicilina foi adicionado caldo BHI esterilizado de modo que aproximadamente 1mm do ápice radicular pudesse ficar submerso nesse meio de cultura. A união entre o frasco tipo penicilina e o dispositivo envolvendo o segmento radicular e o tubo tipo eppendorf foi selada com araldite (FIGURA 8). Após a montagem deste dispositivo, os frascos tipo penicilina foram identificados numericamente de acordo com o grupo experimental e, em seguida, incubados a 37°C durante 72 horas. Esse procedimento foi necessário para verificar-se a esterilidade de todo o conjunto e a possibilidade de contaminação no momento da montagem deste dispositivo pelos operadores, sendo qualquer turvação detectada no caldo BHI, indicativo do descarte deste aparato.

---

<sup>10</sup> VECCO, Campinas, SP-Brasil



Decorrido o período de 72 horas, procedeu-se à inoculação da parte superior do tubo de eppendorf com 500 $\mu$ L da cultura de *E. faecalis* ATCC 29212, padronizada em 5x10<sup>5</sup> UFC/mL. Tomou-se o cuidado de primeiro depositar o inóculo no espaço vazio do canal. O dispositivo (frasco penicilina, eppendorf e segmento radicular) foi colocado em um recipiente plástico para, então, ser incubado a 37°C por 24 horas.

Exceto os dispositivos referentes ao grupo V, todos os demais que apresentaram turvação do caldo BHI na porção inferior do frasco de penicilina, após 24 horas, foram descartados,. A infiltração bacteriana, através da obturação radicular, foi checada diariamente por um período de 21 dias.

A cada sete dias, o caldo de BHI era aspirado do interior do eppendorf e uma nova cultura foi inoculada da mesma forma como descrito



anteriormente. Na troca da cultura foi avaliada a viabilidade das bactérias presentes no dispositivo.

A turvação do caldo de BHI localizado no frasco de penicilina foi o indicativo da infiltração bacteriana, nesse momento era anotado o dia e o número da amostra. Nesses casos, todo o conjunto era desmontado e o crescimento bacteriano presente na porção inferior do frasco de penicilina submetido aos seguintes testes: morfologia colonial, morfologia celular, crescimento em caldo BHI contendo 6,5% NaCL, positividade ao teste de bile-esculina, para a confirmação da amostra de *E. faecalis* ATCC 29212 e para verificar a existência ou não de contaminação da cultura.

Dos dados obtidos foram aplicados testes estatísticos com significância estipulada em 5% para definir se as diferenças apresentadas eram significantes.

## ***5 – RESULTADOS***

---

## **5 - RESULTADOS:**

Dos 90 espécimes iniciais descartou-se 11, representando 13% do total. Esses descartes aconteceram em duas situações: por intercorrência durante a inoculação da cultura ou por apresentarem infiltração bacteriana com 24 horas de observação. De acordo com esse critério, inicialmente adotado, o número de amostras perdidas para cada grupo foi: duas para os grupos I e II, quatro para grupo III e três para grupo IV. Assim, os grupos ficaram dispostos em função do número de amostra da seguinte forma:

TABELA 3: Número de amostra em cada grupo após 24 horas

<b>GRUPOS</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>NÚMERO AMOSTRA</b>	18	18	16	17	05	05

Após inoculação do meio de cultura contaminado, os espécimes foram observados diariamente até 21 dias e no momento em que se observava a turvação do meio de cultura, o número do espécime amostra era anotado, bem como o dia da infiltração.

A figura 9 representa a porcentagem de dentes sem infiltração no decorrer do período experimental.

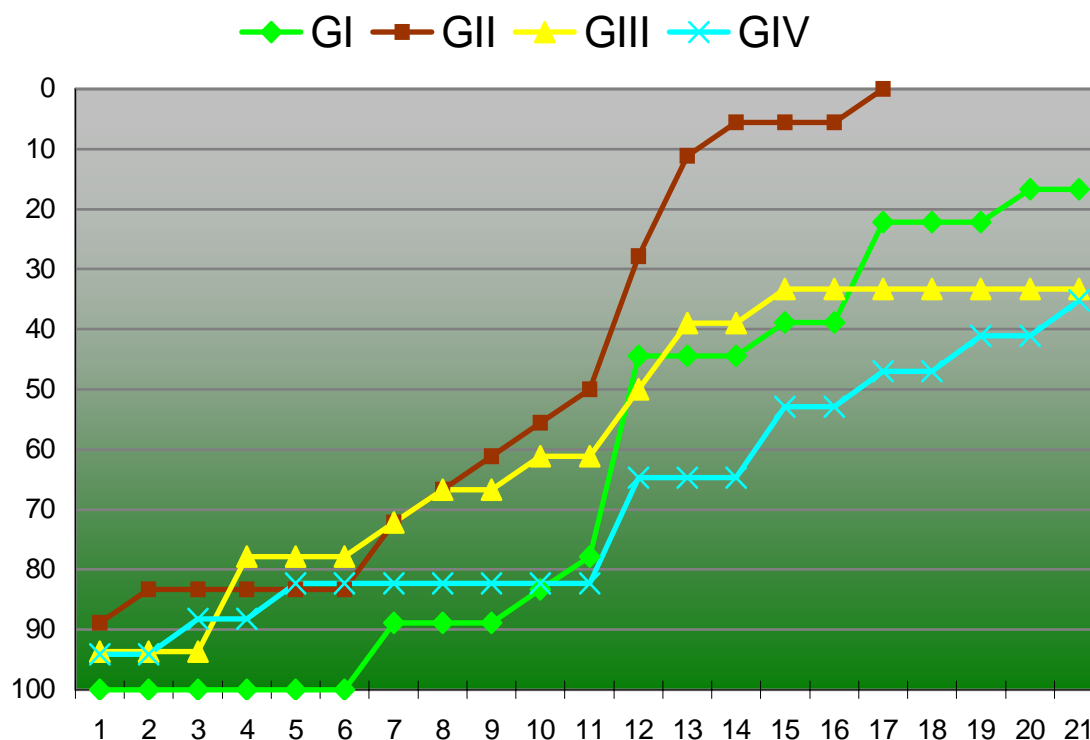


FIGURA 9: Representação gráfica da porcentagem de espécimes que não mostraram infiltração no tempo de 21 dias (y = porcentagem e X = dias).

Um total de 78,26% dos espécimes representados pelos grupos experimentais apresentou infiltração em 21 dias.

Percebe-se que no grupo de dentes em que o laser de Nd:YAG foi aplicado com maior potência a infiltração ocorreu em 100% dos espécimes. No grupo I em que o laser de Nd:YAG foi também utilizado, a infiltração ocorreu em 83,3% dos espécimes, o que representou, entre os grupos do laser de Nd:YAG, uma diferença em 16,7%.

Os grupos, os quais o tratamento da dentina foi realizado com E.D.T.A e laser de Er:YAG, exibiram um quantitativo menor de infiltração. (tabela 4)

TABELA 4: Porcentagem de espécimes com e sem infiltração em 21 dias

GRUPOS	N.DE AMOSTRA	DENTES INFILTRADOS	%	DENTES SEM INFILTRAÇÃO	%
I	18	15	83,3	3	16,67
II	18	18	100	0	0
III	16	10	62,5	6	37,5
IV	17	11	64,71	6	35,29
V	5	5	100	0	0
Vi	5	0	0	5	100
X <sup>2</sup> = 9,44					
p=0,0024					

Identificaram-se duas condições diferentes: o número de espécimes infiltrados e o tempo em que ocorreu a infiltração. Essas porcentagens sofreram análise estatística pelo teste do Qui-quadrado, que revelou haver diferença estatisticamente significativa ( $p=0,0024$ ). Para as comparações individuais foi aplicado o teste de proporções baseado no teste de Tukey, obtendo-se diferenças entre os grupos II e III e entre os grupos II e IV ( $p<0,05$ ).

Posicionando esses grupos em relação à quantidade de espécimes infiltrados e tomando como referência o pior resultado, pode-se classificá-los na seguinte ordem: II, I, IV e III.

Todos os espécimes do grupo controle positivo (GV) infiltraram com 24 horas e aqueles do grupo controle negativo (GVI), os quais receberam impermeabilização ao redor de toda o segmento, não mostraram infiltração durante os 21 dias, demonstrando a confiabilidade do aparato desenvolvido para o teste de infiltração bacteriana.

A velocidade com a qual a infiltração bacteriana ocorreu foi expressa em dias. A tabela abaixo (5) mostra os períodos de infiltração ocorrida nos espécimes

TABELA 5: Valores da mediana, 1º. quartil e 3º. quartil do tempo de infiltração dos espécimes dos grupos estudados.

	<b>Mediana</b>	<b>1º. quartil</b>	<b>3º. quartil</b>
<b>Grupo I</b>	12,0	12,0	17,0
<b>Grupo II</b>	11,5	7,0	12,0
<b>Grupo III</b>	12,5	09,0	+21
<b>Grupo IV</b>	17,0	12,0	+21

**H= 8,397**

**P=0,038 \*estatisticamente significativa**

Em relação ao tempo, metade dos espécimes infiltrou entre 11 e 17 dias. O grupo II, não somente foi o grupo de maior número de espécimes infiltrados, como também o grupo no qual a penetração bacteriana foi mais rápida.

O teste de Kruskal- Wallis mostrou haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos, quanto ao tempo de infiltração bacteriana (  $H = 8,397$ ;  $p = 0,038$ ). Para identificar entre quais grupos existia a diferença foi utilizado o teste de Dunn; este mostrou haver diferença estatisticamente significativa apenas entre os grupos II e IV (  $p < 0,05$ ).

O grupo IV embora tenha sido classificado como o 3º que mais obteve número de espécimes infiltrados, representou o grupo em que a maior parte dos espécimes demorou mais para infiltrar(17 dias).

Classificando esse resultado do pior para o melhor em relação ao tempo podemos ordená-los da seguinte forma: II, I, III e IV.

## ***6 – DISCUSSÃO***

---

## **6 – DISCUSSÃO:**

A obturação do sistema de canais radiculares é a última etapa operatória do tratamento endodôntico e tem como finalidade principal alcançar o selamento hermético do canal radicular, a fim de prevenir a recontaminação, tanto por via coronária quanto apical. Assim, constitui-se um passo importante a eliminação de espaços vazios no canal radicular.

Esse selamento proporciona uma situação favorável à reestruturação dos tecidos periodontais, e conseqüentemente à obturação biológica. Esse resultado depende de três aspectos que se inter-relacionam: capacidade de preenchimento, ação antimicrobiana e biocompatibilidade dos materiais obturadores.

Quanto à capacidade de preenchimento, o material obturador deve ocupar o espaço anteriormente preenchido pelo tecido pulpar e evitar que o canal radicular se torne um ambiente propício à proliferação microbiana<sup>5</sup>. Dessa forma, é interessante comparar as diferentes variáveis que poderiam interferir na capacidade de selamento dos materiais obturadores. Dentre essas variáveis, uma apontada na literatura se refere à forma de remoção da smear layer, que foi o objetivo de estudo deste trabalho, aplicando como forma de análise o método de infiltração marginal como o uso da bactéria *E. faecalis*.



## **6.1 - METODOLOGIA:**

A maioria dos trabalhos de infiltração bacteriana foi realizada em dentes humanos extraídos. Neste trabalho, optou-se por utilizar dentes bovinos em substituição aos humanos. O interesse e a possibilidade da utilização desses dentes decorreram de uma consulta bibliográfica de trabalhos desenvolvidos na área da Dentística e Endodontia<sup>41, 83, 101, 104</sup>.

Os dentes bovinos têm sido usados em estudos de infiltração marginal e testes de adesão de materiais restauradores, avaliação antimicrobiana de medicamentos intracanal e cimentos obturadores<sup>41,83,101,104</sup>.

Apresentam como vantagens a facilidade de aquisição dos espécimes, a similaridade da época de extração, menor variabilidade de permeabilidade do tecido e anatomia interna do canal radicular sem variações. SCHMALZ et al.<sup>101</sup> (2001) verificaram a similaridade da dentina bovina com a humana representando, dessa forma, uma opção viável para os trabalhos “*in vitro*”. SIQUEIRA et al.<sup>104</sup>, ainda, em 1996 justificaram o uso do dente bovino em um estudo que verificou a penetração tubular de microrganismos, pela vantagem de facilidade de manuseio e também pela dentina radicular bovina apresentar túbulos, densidade e morfologia similar à humana. Em função desses estudos anteriores e pela quantidade necessária para a execução desta pesquisa, utilizamos os dentes bovinos.

Pode-se ressaltar ainda, em relação aos espécimes, a facilidade em alcançar espécimes semelhantes quanto à anatomia interna, tanto em relação ao calibre quanto a forma do canal radicular, permitindo uma melhor padronização quanto a quantidade de material obturador necessária para o preenchimento do canal radicular.

Durante todo o experimento os dentes permaneceram em ambiente úmido e a temperatura de 37°C, para se evitar trincas por desidratação. Aguardou-se um tempo de uma semana para a tomada de presa final do cimento, com os espécimes armazenados nas condições citadas acima. A seguir, os mesmos foram montados em frascos plásticos e levados à esterilização em gás de óxido de etileno. É importante discutir, que nesse momento, os espécimes foram submetidos a um tratamento diferente ao adotado clinicamente, pois as condições de umidade e temperatura foram alteradas. Para minimizar esse efeito, procurou-se realizar esse procedimento no tempo mais rápido possível. Apesar deste método de esterilização ter sido utilizado em estudos similares ao nosso<sup>11, 12, 14, 23, 38, 115, 116</sup>, não encontramos na literatura trabalhos que tenham avaliado o comportamento dos materiais obturadores após esse processo de esterilização. Entretanto, acreditamos que esse aspecto não interferiu na comparação entre os grupos, visto que todos foram submetidos às mesmas condições experimentais, porém, deve-se ter cautela na interpretação desses dados como orientação do comportamento clínico das variáveis testadas.

Quando se compara o número de trabalhos de infiltração que utilizam como marcador um corante orgânico com o uso de microrganismos, verifica-se a desproporcionalidade entre os mesmos. Esse fato se justifica, pois o uso de corantes mostra-se como um método de maior facilidade de emprego, pois não requer aparatos específicos, além de ser menos sensível a técnica de aplicação do teste<sup>132</sup>. Entretanto, o uso de corantes químicos tem recebido várias críticas ao longo dos últimos anos<sup>133</sup>, especialmente em função da falta de padronização da aplicação do método. Essas substâncias são usadas em concentrações que variam de 0,25 a 10% e o tempo de imersão dos dentes varia entre um minuto até um mês. Outras variáveis também são apontadas, tais como: tamanho da partícula, pH da solução, e uso de vácuo<sup>12, 44, 106, 107, 129</sup>.

É notável perceber que embora o uso de traçadores químicos seja uma constante nos testes de infiltração, ainda hoje não se tem um protocolo

único para aplicação dos mesmos. O trabalho de WU, WESSELINK<sup>132</sup>, em 1993, foi um dos poucos a levantar essa discussão. No capítulo de revisão de literatura, percebem-se as diferenças metodológicas adotadas pelos diversos autores. Isso explicaria a divergência entre os mesmos.

Com o propósito de reproduzir um ambiente “in vitro” mais próximo ao que acontece “in vivo”, autores com LAGHIOS; CUTLER; GUTMAN 2000 recomendam o uso de microorganismos ou seus subprodutos para avaliar a infiltração. O grande número de variáveis apontadas no uso dos corantes não se apresenta com esse método. No entanto, o cuidado com a montagem do aparato para o teste de infiltração bacteriana é algo de extrema importância, pois qualquer descuido pode levar a contaminação do espécime e resultar em um dado falso-positivo.

Contudo, as duas formas de análise apresentam uma coincidência de dados<sup>37</sup>. Em ambas, a variabilidade de resultados entre espécimes de um mesmo grupo é uma constante. Duas hipóteses podem ser colocadas: limitações no método ou variações que podem ocorrer por parte do operador no momento da execução das etapas operatórias – instrumentação e obturação-.

Outro ponto a ser levantado nessa discussão e que diz respeito à limitação do teste aplicado se relaciona à proposta deste trabalho, que foi avaliar a infiltração pela interface dente/material obturador, já que a condição experimental estudada foi a remoção da SL. Com essa forma de análise não conseguimos isolar esta região, assim a infiltração bacteriana pode ter ocorrido através do material obturador, especificamente entre os cones de guta-percha e ou através do cimento obturador. Embora essa condição deva ser considerada na análise dos dados, verificamos que o método empregado foi efetivo, pois mostrou haver variação no grau de infiltração entre os grupos experimentais, evidenciando a influência da forma de remoção da SL na diminuição da infiltração bacteriana, apontada pela diferença do grau de infiltração notada entre os diferentes grupos experimentais.

Neste estudo, buscou-se avaliar a influência do tratamento da dentina no que diz respeito à forma de remoção da SL; se este exerceria algum benefício quanto à diminuição da infiltração bacteriana, por supostamente favorecer uma melhor adaptação do material obturador às paredes do conduto radicular. Assim, optou-se por selecionar um único cimento obturador para todos os grupos. O cimento AH Plus representa na atualidade um material obturador que possui vantagens como: facilidade de uso clínico pela viscosidade, tempo de trabalho e manipulação, além de outras propriedades físico-químicas e biológicas adequadas.

Por fim, justifica-se o emprego da bactéria *E.faecalis*, neste estudo, por ser um microorganismo usualmente isolado de canais infectados e por ser relacionada a casos de insucesso a terapia endodôntica.

## **6.2 - RESULTADOS**

Por que estudar a microinfiltração? A microinfiltração é definida por vários autores como sendo a passagem de fluidos, bactérias e moléculas que pode acontecer na interface dente material ou ainda através do material obturador<sup>60, 54</sup>. Essa é uma condição desfavorável ao sucesso da terapia já que o objetivo do tratamento endodôntico é manter o sistema de canais radiculares livre de contaminação, favorecendo o reparo da região apical, pois as patologias periapicais, na sua grande maioria, surgem e mesmo se mantêm na presença de microrganismos<sup>93</sup>.

A partir desse conceito, estima-se que ao haver falhas no corpo do material obturador ou mesmo deficiência na adaptação desse material com a estrutura dentária, cria-se um espaço suscetível a recontaminação bacteriana<sup>92, 34</sup>. Esse é o princípio que rege os testes de infiltração marginal<sup>132</sup>. Esses estudos vêm sendo desenvolvidos ao longo dos anos procurando por meio de diferentes métodos

de análise, indicar qual material associado à técnica de sua aplicação resulta em uma menor possibilidade ou mesmo possa evitar a infiltração<sup>17, 45, 73,74, 97, 106, 113</sup>.

Durante o preparo biomecânico, o maior conteúdo contaminado é removido em função das ações mecânicas e químicas dessa etapa do tratamento. Para a desinfecção da rede de canais adjacentes ao canal principal o uso da medicação intracanal assume um papel extremamente importante pela impossibilidade de ação da fase anterior. Seqüencialmente, a obturação radicular ao preencher o espaço anteriormente ocupado pelo tecido pulpar selaria o remanescente bacteriano, não atingido pelas etapas citadas e isolaria a região periapical e também impediria a recontaminação radicular. Essa situação seria o ideal, entretanto, as pesquisas nessa área revelam que nenhum material consegue obter esse resultado, por inúmeras limitações quer sejam próprias do material<sup>11, 12, 14, 17, 23, 38, 45, 73,74, 97, 106, 113, 115, 116</sup> ou ainda pela dificuldade do mesmo em se comportar de uma forma semelhante sobre um tecido que possui variações anatômicas e estruturais<sup>88</sup>.

Os dados deste estudo concordam com os resultados encontrados na literatura. Constatamos a limitação do material obturador em impedir a penetração bacteriana no sentido coroa-ápice.

Avaliando individualmente as condições que levam a maior ou menor infiltração, alguns aspectos se sobressaem como: técnica obturadora, cimento obturador, modo de avaliação e tratamento dado a smear layer<sup>113</sup>.

Estudou-se o fenômeno da infiltração no sentido coroa-ápice, já que uma das vias de contaminação do canal radicular se dá por microrganismos presentes na cavidade bucal e esta tem sido apontada como uma das causas do insucesso do tratamento endodôntico<sup>13, 17, 55, 76, 122</sup>. Considera-se que a persistência de lesões apicais em muitos casos se dê não em função de microrganismos

remanescentes ao preparo biomecânico, mas pela reinfecção e invasão bacteriana da coroa até o ápice radicular.

Essa hipótese foi confirmada pelos estudos clínicos de RAY; TROPE<sup>94</sup> (1995), PETERSON et al<sup>91</sup> (1986) e KIRKEVANG et al<sup>63</sup> (2000) e HOMMEZ; COPPENS; DE MOOR<sup>53</sup> (2000) evidenciaram uma maior porcentagem de lesões apicais quando são coincidentes restaurações coronárias e obturações radiculares insatisfatórias, alertando que o vedamento radicular é atingido por essas duas etapas.

Essa situação é crítica, pois não é incomum na prática diária, após a conclusão do tratamento endodôntico, haver demora na restauração coronária, ou mesmo haver o rompimento do selamento coronário por fratura do material restaurador ou trinca na estrutura dentária. Salienta-se ainda que em situações, como a representada por este trabalho, em que o material obturador é rebaixado a um limite a permitir a colocação de um retentor intra-radicular, compromete-se ainda mais o selamento radicular, principalmente nas condições em que o material obturador fica exposto ao ambiente bucal.

Salienta-se que não somente a bactéria ou parte de seus componentes, mas também seus subprodutos ou a saliva podem penetrar pela interface dente-material obturador<sup>64, 117</sup> e assim podem iniciar ou manter um processo inflamatório. Por conseguinte, a difusão de saliva e outros produtos podem servir como substrato e estimular o crescimento de bactérias resistentes ao tratamento endodôntico.

A literatura mostra que a infiltração pela via coronária pode ocorrer em períodos curtos de observação. Como vimos, KHAYAT; LEE; TORABINEJAD<sup>59</sup>, em 1993, verificaram que quando o material obturador fica exposto a saliva, a infiltração coronária pode acontecer num intervalo que varia de 4 a 46 dias em dentes obturados pela condensação vertical e 8 a 48 dias pela

condensação lateral. Dois anos após, TROPE.CHOW; NISSAN<sup>117</sup> verificaram a passagem de endotoxina por canais completamente obturados com seis dias de observação. Mais recentemente (2001) GILBERT; WITHERSPONN; BERRY<sup>37</sup> avaliando a infiltração bacteriana no sentido coroa-ápice por um período igual ao deste trabalho verificou que a infiltração pode acontecer em períodos tão curtos quanto os resultados encontrados, neste trabalho, ou seja, cinco dias.

A velocidade da penetração bacteriana parece não depender do tipo microbiano, mas sim do tipo de preparo radicular, solução irrigadora e cimento obturador utilizados<sup>115</sup>. Um dado que deve ser analisado durante a comparação deste trabalho com os registrados na literatura se dá em relação à extensão do material obturador. A maioria dos estudos aplica os testes de infiltração bacteriana em canais obturados em toda a sua extensão, aproximadamente de 10 a 15mm<sup>11, 23, 59, 64, 80, 81, 115, 117</sup>. Neste trabalho a extensão do material obturador foi de apenas 5mm, como forma de simular a quantidade mínima de material obturador em uma raiz que receberá um retentor intraradicular.

Enquanto muitos autores compartilham com a idéia de que quanto maior a extensão do material obturador maior o tempo para a infiltração, GISH et al<sup>38</sup>, em 1994, observaram resultados bem diferentes aos da literatura em canais obturados com 5mm de extensão observou 85% de espécimes infiltrados com tempo mínimo de infiltração de 66 dias. Os próprios autores discutiram a diversidade de seus dados em relação a literatura. Apontaram que diferenças quanto ao modelo de estudo, forma de preparo, obturação podem ter interferido nos resultados. As informações contidas nesse trabalho dificultam também a comparação com os nossos resultados, principalmente porque os autores não comentaram se houve ou não remoção da SI e qual tipo de cimento obturador usado. Um dado importante é que no trabalho de GISH et al (1994) a técnica obturadora empregada foi a condensação lateral seguida de condensação vertical. No nosso experimento a condensação vertical foi realizada somente ao final do corte da obturação. A técnica de obturação pode ter sido a responsável pela diferença nos resultados, pois outros

trabalhos apontam a condensação vertical como uma técnica obturadora que registra uma menor infiltração<sup>113</sup>.

Possivelmente a espessura do material não seja um fator de grande relevância na determinação do selamento, já que ao revisar a literatura os resultados são conflitantes em relação a esse aspecto. Como exemplo, pode-se citar o trabalho de TORABINEJAD et al.<sup>116</sup>, que em obturações retrógradas com 3mm de espessura do material, registrou infiltração bacteriana em um período que variou de 8 a 52 dias. Os trabalhos conduzidos por CHAILERTVANITKUL<sup>21, 22, 23, 24</sup> também encontraram diferenças expressivas quanto ao tempo de infiltração.

Nossos resultados mostraram que um total de 78,26% dos espécimes infiltrou com 21 dias. SWANSON; MADISON<sup>109</sup> (1987) quando expuseram obturações radiculares a saliva artificial em tempos diversos (3,7,14, 28 e 56 dias) evidenciaram infiltração em 79 a 85% dos espécimes, lembrando que aqueles dentes não expostos a saliva, não apresentaram infiltração do corante. Resultados semelhantes foram encontrados por MADISON; SWANSON; CHILES<sup>73</sup>, no mesmo ano, com variação em relação ao tipo de cimento obturador.

TORABINEJAD; BORASMY; KETERRING<sup>115</sup> (1990) verificaram infiltração em 100% dos espécimes com 66 dias para a bactéria *P.vulgaris* e 51 dias para a bactéria *S.epiderrmidis*, resultando em uma média de velocidade de infiltração de 0,2mm e 0,4mm/dia respectivamente, em obturações radiculares com 10mm de extensão. CHAILERTVANITKUL; SAUNDERS; MACKENZIE<sup>22</sup>, em 1996, encontraram 80% de infiltração em dentes obturados por diferentes técnicas e cimento APEXIT.

Neste trabalho, o período experimental compreendeu 21 dias. Não podemos afirmar o tempo total suficiente para a infiltração de todos os espécimes, mas podemos constatar que o número de espécimes infiltrados aumentou com o tempo de contato com o meio de cultura ou soluções corantes à



semelhança das conclusões alcançadas por MAGURA<sup>75</sup> 1991, BERUTI<sup>17</sup> 1996, ZMNER<sup>138</sup> 1997, HAIKEL<sup>48</sup> 1999.

É interessante notar que a infiltração pode acontecer na interface cimento/ parede dentinária ou através do mesmo. Interessante porque ao mesmo tempo em que a infiltração ocorre, em parte pela deficiência do cimento obturador, a mesma é maior quando este não está presente. Por conseguinte, no momento da obturação deve-se procurar envolver ao máximo os cones obturadores e a parede dentinária. Noventa por cento das paredes dentinárias são recobertas por cimento obturador, após a condensação lateral observa-se que somente 60% dessas paredes se mantêm com cimento obturador<sup>49</sup>. Na técnica do cone único, o cimento encontra-se mais bem distribuído sobre as paredes dentinárias<sup>131</sup>.

“*In vitro*” a exposição desses cimentos aos corantes e mesmo aos meios de cultura bacteriana pode ser considerada como uma situação crítica, pelo fato dos mesmos, em contato com esses líquidos poderem sofrer dissolução. Essa pode ser inclusive uma das formas de se justificar resultados quanto ao tempo de infiltração tão diferente entre os espécimes de um mesmo grupo<sup>17</sup>. ZMENER et al<sup>138</sup> (1997) quando estudaram a qualidade do selamento apical do cimento AH PLUS em razão do tempo de exposição ao corante, verificaram que a infiltração foi diretamente proporcional ao tempo, assim, a penetração do azul de metileno foi estatisticamente maior aos 10 dias quando comparada com 4 e 2 dias. Esses resultados levantam a hipótese de dissolução do cimento obturador ao contato com a solução corante. Esse mesmo argumento foi utilizado por HAIKEL et al.<sup>48</sup>, em 1999, para justificar o aumento da infiltração proporcional ao tempo de observação, quando avaliaram os cimentos AH Plus e Sealapex. ARAÚJO; CORDEIRO, ARAS<sup>8</sup> (2002) verificaram maior infiltração em obturações realizadas com AH Plus e expostas a solução salina por três meses.

A smear layer é produto da ação dos instrumentos na fase de limpeza e modelagem do canal, portanto é composta por matéria orgânica e

inorgânica e se deposita sobre a parede dentinária podendo penetrar nos túbulos dentinários<sup>71</sup>. É considerado por muitos autores um fator que limita a ação de medicamentos e a interação do material obturador, em especial do cimento endodôntico, dificultando o molhamento da parede dentinária e a penetração nos túbulos dentinários<sup>2, 39, 47, 87, 127, 128</sup>. Essas condições favoreceriam a intimidade entre as duas partes e permitiria uma interface menos susceptível a microinfiltração.

Neste trabalho, procurou-se realizar três tratamentos diferentes da smear layer e verificar se haveria algum benefício quanto à diminuição da penetração bacteriana no sentido coroa ápice.

Dentre os métodos selecionados considerou-se o E.D.T.A. 17% (ácido etileno diamino-tetracético) preconizado por NIKFOROUK; SCREEBNY<sup>84</sup>. Ao longo da revisão da literatura mostrou-se ser um método efetivo quanto à remoção da smear layer<sup>20</sup>. Vale lembrar que essa substância é um quelante com especificidade para o íons cálcio sendo necessário a associação com outra solução durante a fase de instrumentação que atue sobre os produtos orgânicos<sup>1, 56, 124</sup>, assim foi realizado a biomecânica do canal radicular com o hipoclorito de sódio a 1%..

Trabalhos como os de YAMADA<sup>134</sup> (1983); WHITE, GOLDMAN; LIN em 1984<sup>127</sup>; BAUMGARTNER; MADER<sup>15</sup> 1987 confirmam o benefício da irrigação associada de hipoclorito de sódio e E.D.T.A a 17% em se conseguir paredes do canal limpas, livres de debris e com túbulos dentinários abertos.

Dentre os trabalhos que se detiveram em verificar se a remoção da SL com E.D.T.A implicaria em um melhor molhamento da superfície dentinária pelo cimento, estão os estudos de GOLDBERG, MASSONE; SPILBERG<sup>39</sup> 1986 e WHITE, GOLDMAN; LIN<sup>128</sup> em 1987 que verificaram que a penetração do

cimento nos túbulos dentinários foi maior quando a SL não estava presente, o que poderia levar a uma condição de vantagem em diminuir a microinfiltração.

Outras pesquisas mostraram que a infiltração de corante foi menor em obturações realizadas quando a SL foi removida com E.D.T.A.<sup>16,20,31,121</sup>.

Entretanto, quando se acrescenta mais uma variável como, por exemplo, o tipo de cimento obturador ou mesmo o uso ou não de cimento, o efeito da remoção da SL também varia. Como exemplo pode-se citar o trabalho de KARAGOZ-KUCUKAY; BILKAY<sup>56</sup>, em 1994, em que os dentes obturados sem cimento endodôntico a remoção ou não da SL não teve influência nenhuma nos resultados, porém nos grupos em que se utilizou o cimento a infiltração foi menor com a remoção da SL. Quando a variação ocorreu de acordo com o tipo de cimento, o tratamento da dentina influenciou a capacidade de selamento dos mesmos. Dessa forma, percebe-se que a remoção da SL só beneficia a adaptação do cimento obturador, que é o material com plasticidade suficiente para recobrir a parede dentinária. Fato esse comprovado por ECONOMIDES<sup>30</sup>, em 1999, que verificou que a remoção da SL só implicou em menor infiltração quando o cimento endodôntico foi o AH26. Percebe-se a importância em diferenciar as propriedades individuais dos cimentos, não se justificando a adoção de procedimentos idênticos para os diferentes materiais endodônticos.

Uma forma de justificar a menor infiltração nos dentes irrigados com E.D.T.A se dá pelo seu efeito sobre a SL que resulta em remoção de detritos providenciando uma parede de canal mais limpa com abertura dos túbulos dentinários. Neste trabalho, ao longo dos 21 dias de observação 64,71 % dos espécimes tratados com E.D.T.A. a 17% infiltraram. É difícil comparar esses dados com os relatados na literatura, em função das diferenças metodológicas. Haveria a necessidade de existir uma maior concordância entre as fases executadas. Porém na análise comparativa entre os demais grupos verificou-se que a aplicação desse quelante resultou no 2º grupo com menor número de espécimes infiltrados.

Outras formas de tratamento da parede dentinária em função da SL avaliadas neste trabalho foi o uso do laser de Nd:YAG aplicado sob dois parâmetros diferentes e o laser de Er:YAG. As primeiras observações dos efeitos provocados pela interação da luz laser com os tecidos dentários foram realizadas por STERN; SOGNAES<sup>108</sup>, ainda em 1964. Na ocasião seu uso foi recomendado somente para tecidos moles visto que o laser de Rubi promoveu a formação de cavidades no esmalte e na dentina houve sinais de carbonização. Com a introdução de outros tipos de laser e o melhor entendimento sobre a sua interação com os tecidos mineralizados dentários e, por conseguinte adequação dos parâmetros de utilização em relação a forma intensidade e tempo no alcance do efeito terapêutico, vários outros trabalhos surgiram. Nos dias atuais alguns autores concordam que em endodontia seus principais efeitos são a ação antimicrobiana e a remoção de debris após o preparo biomecânico<sup>10,25, 33, 43, 61, 68, 77, 82</sup>.

O laser de Er:YAG e Nd:YAG foram selecionados para este estudo pelo fato dos dois lasers atuarem sobre a SL, entretanto promovendo modificações morfológicas diferentes na parede do canal radicular. O laser de Er:YAG promove a vaporização dos debris expondo a abertura dos túbulos dentinários aumentando, dessa forma, a permeabilidade dentinária<sup>78, 111</sup>. Já o laser de Nd:YAG além de remover a camada residual promove o melting da dentina acompanhado de fusão e, em muitos casos, pode promover a recristalização, o que leva a obliteração dos túbulos dentinários e diminuição da permeabilidade dentinária<sup>6, 110</sup>.

A literatura é rica quanto às alterações morfológicas da dentina radicular após a ação tanto do laser de Er:YAG quanto de Nd:YAG<sup>42, 43, 51, 65, 69, 70, 85, 110, 111, 112, 135, 136, 137</sup>. A morfologia dentinária, após o preparo biomecânico, hipoteticamente, pode ter influência direta sobre a adaptação dos cimentos obturadores. Assim, se o cimento obturador possuir baixa viscosidade e elevado escoamento a sua penetração nas reentrâncias do canal radicular e interior dos

túbulos dentinários fará com que o mesmo obtenha um melhor contato com a dentina, fortalecendo a região marginal, às custas de um melhor embricamento mecânico<sup>89</sup>. O contrário, também é pertinente considerar, pois a presença de irregularidades na parede do canal radicular pode dificultar a adaptação de um material com elevada viscosidade.

Ademais, essa hipótese é em parte confirmada, pois percebemos na literatura que a influência da SL está diretamente relacionada ao tipo de cimento obturador<sup>16, 30, 31, 56, 113</sup>. Por esse motivo, para verificar somente a influência da forma de remoção da SL, expusemos os espécimes a mesma técnica e cimento obturador.

PÉCORA et al.<sup>89</sup> em 2001 observaram um aumento na adesão em dentes irradiados com o laser de Er:YAG, com resultado satisfatório para o grupo obturado com AH Plus. VALE<sup>120</sup>, em 2001, alcançou resultados diferentes, na qual a melhor adaptação do cimento AH Plus foi alcançada com a limpeza prévia realizada com E.D.T.A. Possivelmente, os parâmetros adotados pelos autores tenham sido os responsáveis pela diferença nos resultados.

De acordo com as condições experimentais desse estudo, analisando o aspecto da forma da remoção da SL, constatou-se que nos grupos III e IV a infiltração bacteriana foi de 62,5 e 64,71% dos espécimes, sem diferença estatística. Esses dois grupos têm em comum o fato de que ao removerem a SL exibem uma parede dentinária com túbulos dentinários abertos.

Justifica-se o emprego dos parâmetros aplicados no laser de Er:YAG em função de um estudo piloto realizado em dentes de boi no qual se observou que o parâmetro de 10Hz/150MJ foram capazes de promover a remoção da SL com presença de túbulos dentinários abertos sem modificações morfológicas intensas na dentina radicular. Em parâmetros superiores a esse verificou-se a dentina com presença de crateras e em alguns locais ela mostrava com um aspecto

de “desgarramento”. Vale ressaltar que esse parâmetro coincidiu com os apontados na literatura.

A aplicação do laser de Nd:YAG implicou em um maior número de espécimes infiltrados sendo que o pior resultado foi encontrado com a aplicação do laser de Nd:YAG com 15Hz e 2W. Cem por cento dos espécimes infiltraram num tempo de 17 dias. Esse grupo foi estatisticamente significante diferente dos grupos III e IV. Embora sem diferença estatística entre o outro grupo de Nd:YAG identificou-se a interferência dos parâmetros adotados durante o uso do laser, confirmando as orientações de GOLDMAN<sup>40</sup> 1963 e LEVY<sup>68</sup> 1991 que alertam que a eficiência de interação laser-alvo é dependente da natureza da energia, quanto o comprimento e absorção pela matéria irradiada; o nível de energia liberado; a concentração da luz e o número de repetições.

De uma forma geral, os trabalhos revisados, sobre o laser de Nd:YAG, adotaram níveis de potência de 1 a 5W, com combinações de tempo e frequência diversos. Dos resultados observados verifica-se que o benefício do uso do laser com o aumento da energia do laser de Nd:YAG aumenta, não foi verificado neste trabalho.

São poucos os estudos de infiltração radicular em função do uso do laser, especialmente quando se adota a infiltração no sentido coroa-ápice.

PARK et al.<sup>86</sup>, em 2001, realizando o preparo biomecânico com o sistema Profile seguido de irradiação do canal radicular com laser de Nd:YAG (5W, 20Hz) e obturando com a técnica da condensação vertical obtiveram maiores índices de infiltração após dez dias.

Sem dúvida nenhuma, os parâmetros de aplicação do laser de Nd:YAG usados no trabalho de PARK et al.<sup>86</sup> foram totalmente diferentes aos usados

neste trabalho, porém com permanência do resultado no que diz respeito a maior infiltração no grupo do laser de Nd:YAG.

Quando comparamos os dois tipos de laser, observamos que nos dentes onde foi aplicado o laser de Er:YAG, o número de espécimes infiltrados foi menor (TABELA 4). Não houve diferença estatística em relação ao grupo do E.D.T.A. KIMURA et al.<sup>62</sup> 2001 ao comparar dentes irradiados com laser de Er:YAG com dentes irrigados com hipoclorito de sódio e peróxido de hidrogênio, também não encontraram diferenças quanto a infiltração. Em 2002 CARVALHO<sup>19</sup> publicou um artigo revelando resultados diferentes deste trabalho. O uso do laser de Nd:YAG implicou em menor infiltração apical quando comparada ao laser de Er:YAG e ao E.D.T.A.

A maior absorção da energia do laser de Nd: YAG é dependente da cor da dentina, em função do comprimento de onda desse tipo de laser, por esse motivo, a aplicação prévia de tinta da Índia nas paredes do conduto radicular previamente ao uso do laser providencia uma superfície mais livre de SI. ZHANG et al.<sup>137</sup> (1998) e GOYA et al.<sup>43</sup> (2000). Esse procedimento não foi adotado neste trabalho, pois embora se observe uma melhor eficiência da atuação do laser sobre a dentina, a permanência desse material no canal radicular poderia interferir na adaptação do material obturador).

Como os parâmetros de aplicação da luz laser como coadjuvante no tratamento endodôntico ainda estão sendo definidos, como é percebido na literatura, seria interessante submeter outros espécimes a variações de potência, frequência e tempo para melhor se estabelecer os benefícios que as alterações morfológicas, produzidas na dentina, possam implicar em menor infiltração marginal. Além desses fatores citados, outros estão sendo investigados, como uso de um plug de dentina irradiado, como forma de diminuir a infiltração apical<sup>35,135</sup>.

Por fim, independente das diferenças estatísticas verificou-se um número elevado de dentes infiltrados em cada grupo. Esse fato alerta para a importância de se manter um adequado selamento coronário e durante o preparo do conduto para o recebimento de um retentor deve-se adotar técnicas operatórias que minimizem a possibilidade de recontaminação radicular.



## ***7 – CONCLUSÕES***

---

## **7 – CONCLUSÕES:**

Em face aos resultados encontrados por meio da metodologia aplicada, concluímos que:

1. A obturação radicular pela técnica da condensação lateral em cimento AH Plus foi incapaz de impedir a infiltração bacteriana quando exposta a um meio de cultura.
2. Nenhum dos métodos de remoção da SL foi efetivo quanto ao impedimento da infiltração bacteriana em raízes bovinas obturadas pela técnica da condensação lateral e cimento AH Plus.
3. Em função da diferença do número de espécimes infiltrado em cada grupo, verificou-se que o tipo tratamento da dentina, no que se refere a remoção da SL, influencia no grau de infiltração bacteriana.
4. Dentre os grupos experimentais, a aplicação do laser de Er:YAG (10Hz, 150mJ/ 20seg.) e o uso do E.D.T.A à 17% providenciaram menores índices de infiltração bacteriana.
5. Diante dos resultados encontrados, o uso do laser com o intuito de melhorar a capacidade de selamento do material obturador não se mostrou efetivo.

## **8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\***

- 1 AKTENER, B.O.; BILKAY, U. Smear layer removal with different concentrations of E.D.T.A – ethylenediamine mixtures. **J Endod**, v.19, n.5, p.228-31, May 1993.
- 2 AKTENER, B.O.; CENGIZ, T.; PISKIN, B. The penetration of smear layer material into dentinal tubules during instrumentation with surface-active reagents: a scanning electron microscopic study. **J Endod**, v.15, n.12, p.588-90, Dec. 1989.
- 3 AL-GHAMDI, A.; WENBERG, A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. **Endod Dent Traumatol**, v.10, n.6, p.249- 255, Dec. 1994.
- 4 ALMEIDA, W. A. et al. Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. **Int Endod J**, v.33, n.1, p.25-7, Jan. 2000.
- 5 ALVES, J.; WALTON, R.; DRAKE, D. Coronal leakage: endotoxin penetration from mixed bacterial communities through obturated, post-prepared root canals. **J Endod**, v.24, n.9, p.587-91, Sept. 1998.
- 6 ANIC, I.; TACHIBANA, H.; MASUMOTO, K. Permeability, morphologic and temperature changes of canal dentine walls induced by Nd:YAG, CO2 and argon lasers. **Int Endod J**, v.29, n.1, p.13-22, Jan. 1996.

---

\* Normas recomendadas para uso no âmbito da Universidade de São Paulo, com base no documento "Referências Bibliográficas:exemplos", emanado do Conselho Supervisor do Sistema Integrado de Bibliotecas da USP, em reunião de 20 de setembro de 1990.

- 7 ANIC, I. et al. Scanning electron microscopic study of dentin lased with argon, CO<sub>2</sub>, and Nd:YAG laser. **J Endod**, v.24; n.2, p. 77- 81, Feb. 1998.
- 8 ARAÚJO, C. J.R.; CORDEIRO, P.S.M.; ARAS, W.M.F. Estudo in vitro da eficácia do AH Plus na qualidade do selamento apical. **JBE J Bras Endo Perio**. v.3, n.9, p.122-7, abr./jun. 2002.
- 9 AZAR, N. G. et al. In vitro cytotoxicity of a new epoxy resin root canal sealer. **J Endod**, v.26, n.8, p.462-5, Aug. 2000.
- 10 BAHCALL, J. et al. Scanning electron microscopic comparison of canal preparation with Nd:YAG laser and hand instrumentation: a preliminary study. **Gen Dent**, v.41, n.1, p.45-7, Jan./Feb. 1993.
- 11 BARRIESHI, K.M. et al. Coronal leakage of mixed anaerobic bacteria after obturation and post space preparation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.84, n.3, p.310-14, Sept. 1997.
- 12 BARTHEL, C.R. et al. Bacterial leakage versus dye leakage in obturated root canals. **Int Endod J**, v.32, n.5, p.370-5, Sept. 1999.
- 13 BARTHEL, C.R. et al. Bacterial leakage in obturated root canals following the use of different intracanal medicaments. **Endod Dent Traumatol**, v.16, n.6, p.282-6, Sept. 2000.
- 14 BARTHEL, C.R. et al. Long-term bacterial leakage along obturated roots restored with temporary and adhesive fillings. **J Endod**, v. 27, n.9, p.559-62, Sept. 2001.
- 15 BAUMGARTNER, J.C.; MADER, C.L. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. **J Endod**, v.13, n.4, p.147-57, Apr. 1987.

- 16 BERHEND, G.D.; CUTLER, C.W.; GUTMAN, J.L. An in vitro study of smear layer removal and microbial leakage along root canal fillings. **Int Endod J**, v.29, n.2, p.99-107, Mar. 1996.
- 17 BERUTTI, E. Microleakage of human saliva through dentinal tubules exposed at the cervical level in teeth treated endodontically. **J Endod**, v.22, n.11, p.579-82, Nov. 1996.
- 18 CALERÓ, F.S.S. et al. Ação química do E.D.T.A. sobre a dentina do canal radicular – análise com espectrofotometria de absorção atômica. **Rev FOB**, v.5, n.3/4, p.65-8, jul./dez. 1997.
- 19 CARVALHO, C.A. et al. Effects of Nd:YAG and Er:YAG lasers on the sealing of root fillings. **J Clin Laser Med Surg**, v.20, n.4, p.215-9, Aug. 2002.
- 20 CERGNEUX, M. et al. The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. **Int Endod J**, v. 20, n.5, p.228-32, Sept. 1987.
- 21 CHAILERTVANITKUL, P.; SAUNDERS, W.P.; MACKENZIE, D. An assessment of microbial coronal leakage in teeth root filled with gutta-percha and three different sealers. **Int Endod J**, v. 29, n.6, p.387-92, Nov. 1996.
- 22 CHAILERTVANITKUL, P.; SAUNDERS, W.P.; MACKENZIE, D. The effect of smear layer on microbial coronal leakage of gutta-percha root fillings. **Int Endod J**, v. 29, n.4, p.242-48, July 1996.
- 23 CHAILERTVANITKUL, P.; SAUNDERS, W.P.; MACKENZIE, D. Coronal leakage of obturated root canals after long-term storage using a polymicrobial marker. **J Endod**, v.23, n.10, p.610-3, Oct. 1997.
- 24 CHAILERTVANITKUL, P. et al. An in vitro study of the coronal leakage of two root canal sealers using obligate anaerobe microbial marker. **Int Endod J**, v. 29, n.4, p.249-55, July 1996.

- 25 CHIVIAN, N. The future of endodontics. **Dent Today**, v.11, n.1, p.38-40, Feb. 1992.
- 26 COBANKARA, F.K. et al. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers. **Int Endod J**, v.35, n.12, p.979-84, Dec. 2002.
- 27 CZONSTKOWSKY, M.; WILSON, E.G.; HOLSTEIN, F.A. The smear layer in endodontics. **Dent Clin North Am**, v.34, n.1, p.13-25, Jan. 1990.
- 28 DEDERICH, D. N. et al. Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following neodymium-yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. **J Endod**, v.10, n.9, p.428-31, Sept. 1984.
- 29 DRAKE, D.R. et al. Bacterial retention in canal walls in vitro: effect of smear layer. **J Endod**, v.20, n.2, p.78-82, Feb. 1994.
- 30 ECONOMIDES, N. et al. Long term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. **J Endod**, v.25, n.2, p.123-5, Feb. 1999.
- 31 ECONOMIDES, N. et al. Comparative study of apical sealing ability of a new resin-based root canal sealer. **J Endod**, v.30, n.6, p.403-5, June 2004.
- 32 EVANS, J.T.; SIMON, J.H.S. Evaluation of apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer. **J Endod**, v.12, n.3, p.101-7, Mar. 1986.
- 33 FEGAN, S.; STEIMAN, R. Comparative evaluation of the antibacterial effects of intracanal Nd:YAG laser irradiation: an in vitro study. **J Endod**, v.21, n.8, p.415-7, Aug. 1995.
- 34 FRASER, C.J. A study of the efficiency of dental fillings. **J Dent Res**, v.9, n.4, p.507-17, 1929.

- 35 GEKELMAN, D.; PROKOPOWITSCH, I.; EDUARDO, C.P. In vitro study of the effects of Nd:YAG laser irradiation on the apical sealing of endodontic fillings performed with and without dentin plugs. **J Clin Laser Med Surg**, v.20, n.3, p.117-21, June 2002.
- 36 GETTLEMAM, B. H.; MESSER, H. H.; ELDDDEB, M. E. Adhesion on sealer cements to dentin with and without the smear layer. **J Endod**, v.17, n.1, p.15-20, Jan. 1991.
- 37 GILBERT, S.D.; WITHERSPOON, D.E.; BERRY, C.W. Coronal leakage following three obturation techniques. **Int Endod J**, v.34, n.4, p.293-9, June 2001.
- 38 GISH, S.P. et al. Coronal leakage: bacterial penetration through obturated canals following post preparation. **J Am Dent Assoc**, v.125, n.10, p.1369-72, Oct. 1994.
- 39 GOLDBERG, F.; MASSONE, J.E.; SPIELBERG, C. Effect of irrigation solutions on the filling of lateral root canals. **Endod Dent Traumatol**, v.2, n.2, p.65-6, Apr. 1986.
- 40 GOLDMAN, L. et al. Pathology of the effect of the laser beam on the skin. **Nature**, v.2, n.197, p.912-4, Mar. 1963.
- 41 GOMES et al. Effectiveness od 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine dentine *in vitro*. **Int Endod J**, v.36, n.4, p.267-75, Apr. 2003.
- 42 GOODIS, H.E. et al. Scanning electron microscopic examination of intracanal wall dentin: hand versus laser treatment. **Scanning Microscopy**, v.7, n.3, p.979-87, Sept. 1993.
- 43 GOYA, C. et al. Effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation on smear layer at the apical stop and apical leakage after obturation. **Int Endod J**, v.33, n.3, p.266-71, May 2000.



- 44 GREENE, H. A.; WONG, M.; INGRAM, T.A. Comparision of the sealing ability of four obturation techniques. **J Endod**, v.16, n.9, p.423-8, Sept. 1990.
- 45 GROSSMAN, L.I. A study of temporary fillings as hermetic sealing agents. **J Dent Res**, v.18, n. 1, p.67-71, Jan. 1939.
- 46 GROSSMAN, L.I. More aids to endodontic practice. **J Oral Surg**, v.11, n.1, p.91-4, Jan. 1958.
- 47 HAAPASALO, M.; ORSTAVIK, D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. **J Dent Res**, v.66, n.8, p.1375-9, Aug. 1987.
- 48 HAIKEL, Y. et al. A new method for the quantitative analysis of endodontic microleakage. **J Endod**, v.25, n.3, p.172-7, Mar. 1999.
- 49 HALL, M. C. et al. A comparision of sealer placement techniques in curved canals. **J Endod**, v.22, n.8, p.638-42, Oct. 1996.
- 50 HARASHIMA, T. et al. Effect of Nd:YAG laser irradiation for removal of intracanal debris and smear layer in extracted human teeth. **J Clin Laser Med Surg**, v.15, n.3, p.131-5, 1997.
- 51 HIBST, R.; KELLER, U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances I. measurement of the ablation rate. **Lasers Surg Med**, v.9, n.4, p.338-44, 1989.
- 52 HILTON, T.J. Can modern restorative procedures and materials realiably seal cavities? in vitro investigations. part 2. **Am J Dent**, v.15, n.4, p.279-89, Aug. 2002.
- 53 HOMMEZ, G.M.G.; COPPENS, C.R.M.; DE MOOR, R.J.G. Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings. **Int Endod J**, v.35, n.8, p.680-9, Aug. 2002.

- 54 HOVLAND, E.J.; DUMSHA, T.C. Leakage evaluation in vitro of the root canal sealer cement sealapex. **Int Endod J**, v.18, n.3, p.179-82, July 1985.
- 55 INGLE, R. L. A standardized endodontic technique utilizing newly designed instruments and filling materials. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol**, v.14, p.83-91, Jan. 1961.
- 56 KARAGÖZ-KÜÇÜKAY, I.; BAYIRLI, G. An apical leakage study in the presence and absence of the smear layer. **Int Endod J**, v.27, n.2, p.87-93, Mar. 1994.
- 57 KENEEDY, J.W.A.; WALKER, W.A.; COUGH, R.W. Smear layer effects on apical leakage. **J Endod**, v.12, n.1, p.21-7, Jan. 1986.
- 58 KHAN, A.M. et al. Effect of laser treatment on the root canal of human teeth. **Endod Dent Traumatol**, v.13, n.3, p.139-45, June 1997.
- 59 KHAYAT, A.; LEE, S.J.; TORABINEJAD, M. Human saliva penetration of coronally unsealed obturated root canals. **J Endod**, v.19, n.9, p.458-61, Sept. 1993.
- 60 KIDD, E. A. M. Microleakage: a review. **J Dent**, v.4, n.5, p.199-206, Sept. 1976.
- 61 KIMURA, Y.; WILDER-SMITH, P.; MATSUMOTO, K. Lasers in endodontics; a review. **Int Endod J**, v.33, n.6, p.509-15, Nov. 2000.
- 62 KIMURA, Y. et al. Apical leakage of obturated canals prepared by Er:YAG laser. **J Endod**, v.27; n.9, p.567-70, Sept. 2001.
- 63 KIRKEVANG, L.L. et al. Periapical status and quality of root fillings and coronal restoration in a Danish population. **Int Endod J**, v.33, n.6, p.509-15, Nov. 2000.
- 64 LAGHIOS, C.D.; CUTLER, C.W.; GUTMANN, J.L. In vitro evidence that lipopolysaccharide of an oral pathogen leaks from root-end filled teeth. **Int Endod J**, v.33, n.4, p.333-9, July 2000.

- 65 LAN, W.H. et al. Comparison of the morphological changes after Nd-YAG and CO2 laser irradiation of dentin surfaces. **J Endod**, v.26; n.8, p.450-3, Aug. 2000.
- 66 LEONARDO, M. R.; LEAL, J. M. **Endodontia: tratamento de canais radiculares**. 3<sup>a</sup>.ed., São Paulo: Panamericana, 1998, cap.15, p.347.
- 67 LEONARDO, M.R.; SILVA, L.A.B.; UTRILLA, L.S. Tissue response to an epoxy resin-based root canal sealer. **Endod Dent Traumatol**, v.15, n.1, p.28-32, Feb. 1999.
- 68 LEVY, G. A new laser for endodontic and hard tissue applications. **Dent Today**, v.10, n.2, p.36-9, Mar. 1991.
- 69 LIN, C.P. et al. Phase, compositional, and morphological changes of human dentin after Nd:YAG laser treatment. **J Endod**, v.27; n.6, p.389-93, June 2001.
- 70 LIU, H.C; LIN, C.P; LAN, W.H. Sealing depth of Nd:YAG laser on human dentinal tubules. **J Endod**, v.23; n.11, p.691-3, Nov. 1997.
- 71 MACCOMB, D.; SMITH, D.C. A preliminary scanning electron microscope study of roots canals after endodontic procedures. **J Endod**, v.1, n.7, p. 238-42, July 1975.
- 72 MADER, C.L.; BAUMGARTNER, J.C.; PETERS, D.D. Scanning electron microscopic investigation of the smear layer on root canal walls. **J Endod**, v.10, n.5, p.477-83, Oct. 1984
- 73 MADISON, S.; SWANSON, K.; CHILES, S. A. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. part II. sealer types. **J Endod**, v.13, n.3, p.109-12, Mar. 1987.

- 74 MADISON, S.; WILCOX, L., R. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. part III. in vivo study. **J Endod**, v.14, n.9, p.455-8, Sept. 1988.
- 75 MAGURA, M.E. et al. Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: In vitro study. **J Endod**, v.17, n.7, p.324-31, July 1991.
- 76 MARSHAL, F.J.; MASSLER, M. The sealing of pulpless teeth evaluated with radioisotopes. **J Dent Medicine**, v.16, n.4, p.172-84, Oct. 1961.
- 77 MATSUMOTO, K. Lasers in endodontic. **Dent Clin North Am**, v.44, n.4, p.889-906, Oct. 2000.
- 78 MATSUOKA, E.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Studies on the removal of debris near the apical seats by Er:YAG laser and assessment with a fiberscope. **J Clin Laser Med Surg**, v.16, n.5, p.255-61, Oct. 1998.
- 79 MICHAILESCO, P.M. et al. Bacterial leakage in endodontics: an improved method for quantification. **J Endod**, v.22, n.10, p.535-9, Oct. 1996.
- 80 MILETIC, I. et al. Apical leakage of five root canal sealers after one year of storage. **J Endod**, v.28, n.6, p.431-2, June 2002.
- 81 MILETIC, I. et al. Bacterial and fungal microleakage of AH26 and AH Plus root canal sealers. **Int Endod J**, v.35, n.5, p.428-32, May 2002.
- 82 MORITZ, A. et al. Nd:YAG laser irradiation of infected root canals in combination with microbiological examinations. **J Am Dent Assoc**, v.128, n.11, p.1525-30, Nov. 1997.
- 83 NAKAMICHI, I.; IWAKU, M.; FUSAYAMA, T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. **J Dent Res**, v.62, n.10, p.1076-81, Oct. 1983.

- 84 NIKIFOROUK, G.; SCREEBNEY, L. Desmineralization of hard tissues by organic chelating agents at neutral pH. **J Dent Res**, v.32, n.6, p.859-67, Dec. 1953.
- 85 PAGHDIWALA, A. F. Root resection of endodontically treated teeth by Er:YAG laser radiation. **J Endod**, v.19, n.2, p.91-4, Feb. 1993.
- 86 PARK, D.S. et al. Effect of Nd:YAG laser irradiation on the apical leakage of obturated root canals: an electrochemical study. **Int Endod J**, v.34, n.4, p.318-21, June 2001.
- 87 PASHLEY, D.H. Smear layer: physiological considerations. **Oper Dent Suppl**, , n.3, p.13-29, 1984.
- 88 PASHLEY, D.I. Clinical considerations of microleakage. **J Endod**, v.16, n.2, p.70-7, Feb. 1990.
- 89 PÉCORA, J.D. Evaluation of Er:YAG laser and EDTAC on dentin adhesion of six endodontic sealers. **Braz Dent J**, v.12, n.1, p.27-30, 2001.
- 90 PÉCORA et al. Evaluation of dentin root canal permeability after instrumentation and Er:YAG laser application. **Lasers Surg Med**, v.26, n.3, p.277-81, 2000.
- 91 PETERSSON, K. et al. Technical quality of root filling in an adult Swedish population. **Endod Dent Traumatol**, v.2, n.3, p.99-102, June 1986.
- 92 PRICE, W.A. Report of laboratory investigations on the physical properties of root filling materials and the efficiency of root fillings for blocking infection from sterile tooth structures. **J Am Dent Assoc**, v.5, n.12, p.1260-80, Dec. 1918.
- 93 RAETZ et al. Bacterial endotoxins: extraordinary lipids that activate eucaryotic signal transduction. **J Bacteriol**, v.175, n.8, p.5745-53, Sept. 1993.

- 94 RAY, H.A.; TROPE, M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration. **Int Endod J**, v.28, n.1, p.12-8, Jan. 1995.
- 95 RODRIGUEZ-PONCE, A. AH Plus. Novo cemento sellador. presentación de casos clínicos. **Endododonia**, v.15, n.4, p.200-5, oct./dic. 1995.
- 96 SALEH, I.M. et al. The effects of dentine pretreatment on the adhesion of root-canal sealers. **Int Endod J**, v.35, n.10, p.859-66, Oct. 2002.
- 97 SAUNDERS, E.M.; SAUNDERS, W.P. Long-term coronal leakage of JS Quickfill root fillings with Sealapex and Apexit sealers. **Endod Dent Traumatol**, v.11, n.4, p.181-5, Aug. 1995.
- 98 SAUNDERS, P.W.; SAUNDERS, E.M. Influence of smear layer on the coronal leakage of thermafil and laterally condensed gutta-percha root fillings with a glass ionomer sealer. **J Endod**, v. 20, n.4, p.155-8, Apr. 1994.
- 99 SAUNDERS, W.P. et al. The effect of an Nd:YAG pulsed laser on the cleaning of the root canal and the formation of a fused apical plug. **Int Endod J**, v.28, n.4, p.213-20, July 1995.
- 100 SCHALLER, H.G.; WEIHING, T.; STRUB, J.R. Permeability of dentine after Nd:YAG laser treatment: an vitro study. **J Oral Rehabil**, v.24, n.4, p.274-81, Apr. 1997.
- 101 SCHMALZ, G. et al. Permeability characteristics of bovine and human dentin under different pretreatment conditions. **J Endod**, v.27, n.1, p. 739-43, Jan. 2001.
- 102 SEM, B.H.; PISKIN, B.; BARAN, N. The effect of tubular penetration of root canal sealers on dye microleakage. **Int Endod J**, v.29, n.1, p.23-8, Jan. 1996.
- 103 SEM, B.H.; WESSELINK, P.R.; TURKUN, M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **Int Endod J**, v.28, n.3, p.141-8, May 1995.

- 104 SIQUEIRA, J.F. A scanning electron microscopic evaluation of in vitro dentinal tubules penetration by selected anaerobic bacteria. **J Endod**, v.22, n.6, p.308-10, Jan. 1996.
- 105 SIQUEIRA, J.F. Antimicrobial activity and flow rate of newer and established root canal sealers. **J Endod**, v.26, n.5, p. 462-5, May 2000.
- 106 SOUSA, M.C.; BERNARDINELLI, N.; BERBERT, A. Infiltração de corantes em obturações de canais radiculares em função de cimentos e tempos de imersão. **Rev FOB**, v.2, n.2, p.23-8, jun. 1994.
- 107 STARKEY, D.; ANDERSON, R.W.; PASHLEY, D.H. An evaluation of the effect of methylene blue dye pH on apical leakage. **J Endod**, v.19, n.9, p.435-9, Sept. 1993.
- 108 STERN, R.H.; SOGNAES, R.F. Laser beam effect on dental hard tissue. **J Dent Res**, v.43, n.5, p.873, 1964.
- 109 SWANSON, K.; MADISON, S. An Evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part I. Time periods. **J Endod**, v.13, n.3, p.56-9, Feb. 1987.
- 110 TAKEDA, F.H. et al. Comparative study about the removal of smear layer by three types of laser devices. **J Clin Laser Med Surg**, v.16, n.2, p.117-22, Apr. 1998.
- 111 TAKEDA, F.H. et al. Effect of Er:YAG laser treatment on the root canal walls of human teeth: an SEM study. **Endod Dent Traumatol**, v.14, n.6, p.270-3, Dec. 1998.
- 112 TAKEDA, F.H. et al. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. **Int Endod J**, v.32, n.1, p.32-9, Jan. 1999.

- 113 TAYLOR, J.K.; JEANSONNE, B.G.; LEMON, R.R. Coronal leakage: effects of smear layer, obturation technique, and sealer. **J Endod**, v.23, n.8, p.508-12, Aug. 1997.
- 114 TIMPAWAT, S. et al. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. **J Endod**, v.27, n.1, p.36-9, Jan. 2001.
- 115 TORABINEJAD, M.; BORASMY, U.; KETTERING, J.D. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. **J Endod**, v.16, n.12, p.566-9, Dec. 1990.
- 116 TORABINEJAD, M. et al. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. **J Endod**, v.21, n.3, p.109-112, Mar. 1995.
- 117 TROPE, M.; CHOW, E.; NISSAN, R. *In vitro* endotoxin penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. **Endod Dent Traumatol**, v.11, n.2, p.90-4, Apr. 1995.
- 118 Universidade Federal do Ceará, Departamento de Física. **A ação do laser**. Disponível em < [www.fisica.ufc.br](http://www.fisica.ufc.br).> acesso em: 20 jan.2003.
- 119 Universidade Federal do Ceará, Departamento de Física. **Lasers: um pouco de história**. Disponível em < [www.fisica.ufc.br](http://www.fisica.ufc.br).> acesso em: 25 jan.2003.
- 120 VALE, M.S. **Avaliação em microscopia eletrônica óptica e eletrônica de varredura da adaptação de três cimentos endodônticos à dentina radicular submetida à ação prévia do laser de Er:YAG, EDTA e solução salina fisiológica**. 2001. 249p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2001.
- 121 VASSILIADIS, L. et al. Effect of smear layer on coronal microleakage. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.82, n.3, p.315-20, Sept. 1996.



- 122 VIRE, D.E. Failure of endodontically treated teeth: classification and evaluation. **J Endod**, v.17, n.7, p.338-42, July 1991.
- 123 VISURI, S.R.; WALSH, J.T.; WIGDOR, H.A. Erbium laser ablation of dental hard tissue: effect of water colling. **Lasers Surg Med**, v.18, n.3, p.294-300, 1996.
- 124 VIVACQUA-GOMES, N. et al. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. **Int Endod J**, v.35, n.9, p.791-5, Sept. 2002.
- 125 WEICHMAN, J.A.; JOHNSON, F.M. Laser use in endodontics. A preliminary investigation. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.31, n.3, p.416-20, Mar. 1971.
- 126 WEICHMAN, J.A.; JOHNSON, F.M.; NITTA, L.K. Laser use in endodontics. Part II. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.34, n.5, p.828-30, Nov. 1972.
- 127 WHITE, R.R.; GOLDMAN, M.; LIN, P.S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. **J Endod**, v.10, n.12, p.558-62, Dec. 1984.
- 128 WHITE, R.R.; GOLDMAN, M.; LIN, P.S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. **J Endod**, v.13, n.8, p.369-74, Aug. 1987.
- 129 WIMONCHIT, S.; TIMPAWAT, S.; VONGSAVAN, N. A comparison of techniques for assessment of coronal leakage. **J Endod**, v.28, n.1, p.1-4, Jan. 2002.
- 130 WINN, D.W. Laser use in endodontics. **Dent Today**, v.17, n.12, p.56-9, Dec. 1998.

- 131 WU, M.K.; ÖZOK, A.R.; WESSELINK, P.R. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. **Int Endod J**, v.33, n.4, p.340-5, July 2000.
- 132 WU, M.K.; WESSLINK, P.R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, application and relevance. **Int Endod J**, v.26, n.1, p.37-43, Jan. 1993.
- 133 WU, M.K.; WESSLINK, P.R.; BOERSMA, J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thickness. **Int Endod J**, v.28, n.4, p.185-9, July 1995.
- 134 YAMADA, R.S. et al. A scanning microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. **J Endod**, v.9, n.4, p.137-42, Apr. 1983.
- 135 YAMAZAKI, R. et al. Study on apical leakage of the teeth after argon laser treatment and obturation. **J Clin Laser Med Surg**, v.17; n.3, p.121-5, June 1999.
- 136 YAMAZAKI, R. et al. Effects of erbium, chromium: YSGG laser irradiation on root canal walls: a scanning electron microscopic and thermografic study. **J Endod**, v.27; n.1, p.9-12, Jan. 2001.
- 137 ZHANG, C. et al. Effects of pulsed Nd: YAG laser irradiation on root canal wall dentin with different laser initiators. **J Endod**, v.24; n.5, p.352-5, May 1998.
- 138 ZMENER, O. et al. Sealing properties of a new epoxy resin-based root-canal sealer. **Int Endod J**, v.30, n.5, p.332-4, Sept. 1997.

***9 - ABSTRACT***

---

## **ABSTRACT**

This study assessed bacteria (*E. Faecalis*) penetration from crown to apex through root fillings in bovine teeth, according to the smear layer treatment. Ninety teeth were cleaned and 10mm of root cut to be used in the experiment. The canal was prepared using the classic instrumentation technique with 110, 120 and 130 Kerr files under 1% sodium hypochlorite. The teeth were divided into the following groups: I- Contact application of Nd:Yag laser – 15Hz and 1,5W - in the apex-crown direction during 5 seconds (four times). II- In this group the same laser beam was used (Nd:YAG), however, with 15 Hz and 2,0W. III- Er:YAG laser with an output of 150mJ, with repetition rate of 10 Hz in four applications of 5 seconds, with circular movements in the apex crown direction throughout the canal wall, for 20 seconds. IV- (20 teeth) In this group the smear layer was removed with 17% of EDTA solution during 3 minutes, in both control groups. Next, the root canals were filled using lateral condensation technique and AH Plus cement. In the group V the root canals were filled with just one point without cement to simulate a deficient sealing. A special device was developed to analyze the bacterial penetration as follows: root placement in eppendorf plastic tubes, impermeabilization, sterilization with ethylene oxide, and posterior set in vials with BHI sterile. On the upper part of the plastic tube

was applied 500  $\mu\text{L}$  of *E. Faecalis* ATCC 29212, standardized in  $5 \times 10^5$  UFC/mL. All this set were stored at 36 oC. The bacterial penetration was determined according to the blurriness culture. , checked daily, for 21 days. In the comparative analysis among groups, the Chi-squared test revealed significant differences ( $p=0,0024$ ). So, the comparative test of Tukey was performed, that showed differences between groups II and III and groups II and IV ( $p < 0,05$ ). Regarding the necessary time for bacteria penetration the Kruskal-Wallis test depicted differences among the groups. The Dunn test identified the differences between groups II and IV ( $p < 0,05$ )