MANOEL ROBERTO DE PAULA MACEDO

**CARACTERÍSTICAS DA SUPERFÍCIE DENTINÁRIA E DO
ESFREGAÇO FORMADO POR INSTRUMENTOS ABRASIVOS
DIAMANTADOS: ROTATÓRIO CONVENCIONAL, CVD ROTATÓRIO E
CVD POR ULTRA-SOM. ESTUDO *IN VITRO***

São Paulo

2005

Manoel Roberto de Paula Macedo

**Características da superfície dentinária e do esfregaço formado por
instrumentos abrasivos diamantados: rotatório convencional, CVD
rotatório e CVD por ultra-som. *Estudo in vitro***

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Dentística

Orientador: Prof. Dr. Narciso Garone Netto

São Paulo

2005

FOLHA DE APROVAÇÃO

Macedo MRP. Características da superfície dentinária e do esfregaço formado por instrumentos abrasivos diamantados: rotatório convencional, CVD rotatório e CVD por ultra-som. Estudo *in vitro* [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

São Paulo, ____/____/2005

Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

3) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a toda minha família, com certeza sem vocês
não seria capaz nem de começá-la.

Obrigado em primeiro lugar à minha *mainha* que com sua compreensão, paciência e
dedicação durante toda minha vida me deu formação e determinação para seguir todos
os meus objetivos.

Obrigado a minha avó Ni pelo carinho, apoio e estímulo, permitindo os retiros estudantis
em sua casa durante inúmeros dias desse período e em todos os demais.s.

Obrigado aos meus irmãos Fezão e Alemão por acreditarem, ajudarem e me
incentivarem desde sempre em todas as ocasiões.

Obrigado ao meu pai que, apesar de agora um pouco distante, com certeza ajudou a
me tornar o que sou hoje.

Obrigado aos meus amigos por estarem sempre ao meu lado.

Obrigado à Paulinha pela força, companheirismo e amor dedicado, de seu sempre
Betão.

E um muito obrigado a todos vocês aí de cima
Obrigado por existirem
Amo todos vocês

Ao

Prof. Dr. Narciso Garone Netto

Agradeço em especial ao meu professor que, além de me “adotar” nesse período,
me orientou ensinando a lidar com as diversas situações.

Foi e sempre será um exemplo de profissional e dedicação à carreira.

Obrigado pela chance e por acreditar em mim e no meu trabalho.

Valeu!!

Do seu sobrinho “**FOCADO**”

Beto

AGRADECIMENTOS

- À Beatriz, por ter se tornado uma grande amiga e colega.
- À profa. Márcia Marques, por acreditar em mim e no meu trabalho.
- À profa. Maria Aparecida, por me ajudar no projeto da dissertação.
- Ao prof. Vitor Arana e à profa. Ruth Arana, por me ajudarem nas imagens.
- Ao pessoal do INPE, em especial ao prof. Corat e ao prof. Vladimir pelas indispensáveis informações para a realização deste trabalho, à Lúcia pelas imagens realizadas no INPE.
- Ao meu novo amigo Knud Sorensen pela ajuda, disposição e incentivo.
- Ao prof. Artur J. Carreira, que me ajudou a escrever meu primeiro artigo científico.
- À Marina do Anjos, pela edição das imagens.
- Ao Alex por se tornar um amigo e pelas dicas cedidas de como sobreviver à pós-graduação.
- À Vânia (bibliotecária), por me ajudar e me agüentar no final da dissertação.
 - Ao seu Aldo pela digitalização das imagens
 - A todos os professores do Departamento de Dentística (FOUSP)
 - A todos os pós-graduandos do Departamento de Dentística (FOUSP)
- Ao Davi, Neuza, Sônia e Ana da secretaria do Departamento de Dentística (FOUSP)
 - À Kátia e Nair do Departamento da Pós-graduação

- Ao William e toda sua equipe da Multiofício, que sem as informações “*xerocais*” a dissertação não teria o embasamento necessário.
- E a todos os amigos que fiz aqui na faculdade.

Macedo MRP. Características da superfície dentinária e do esfregaço formado por instrumentos abrasivos diamantados: rotatório convencional, CVD rotatório e CVD por ultra-som. Estudo *in vitro* [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

RESUMO

Recentemente surgiram os instrumentos abrasivos diamantados obtidos pela técnica *Chemical Vapor Deposition* (CVD) utilizados em ultra-som como uma nova possibilidade na técnica do preparo de cavidade. Tradicionalmente, os preparos cavitários são realizados com instrumentos abrasivos diamantados rotatórios convencionais (IADR) formando uma espessa camada de esfregaço. Com o desenvolvimento dos sistemas adesivos, tornou-se muito importante saber a qualidade e a espessura da camada de esfregaço e a topografia dentinária produzida. Com esse objetivo, foram avaliadas *in vitro* as características da superfície desgastada e a camada de esfregaço produzida em dentina após serem instrumentadas. Foram preparados 24 corpos de prova (cps) e divididos em 4 grupos (grupo 1 – cps preparados com IADR, grupo 2 – cps preparados com CVD rotatório, grupo 3 - cps preparado com CVD Tangencial por ultra-som e grupo 4 - cps preparados com CVD Impacto por ultra-som). Após os desgastes dentinários descritos, os corpos de prova foram desidratados e devidamente preparados para a observação em MEV. Em análise qualitativa as fotomicrografias realizadas no MEV demonstraram significantes diferenças. Os corpos de prova instrumentados com o sistema rotatório (IADR e CVD rotatório) apresentaram ranhuras com traçado retilíneo e

paralelo, maior produção de espessura de esfregaço e maior comprimento de *smear plug*. Os corpos de prova instrumentados com o sistema ultra-sônico (CVD Tangencial e CVD Impacto) apresentaram padrões de ranhuras e traçados próprios, com menores espessuras de esfregaço e menor comprimento de *smear plug*.

Palavras-chave: camada de esfregaço, CVD, ponta diamantada, ultra-som, dentina

Macedo MRP. Características da superfície dentinária e do esfregaço formado por instrumentos abrasivos diamantados: rotatório convencional, CVD rotatório e CVD por ultra-som. Estudo *in vitro* [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

ABSTRACT

Abrasive diamond instruments are a recent development, obtained through a technique called *Chemical Vapor Deposition* (CVD), used in ultrasound as a new possibility in dental cavity preparation. Traditionally, cavity preparations are made with conventional abrasive rotary diamond burs (IADR), forming a thick smear layer. Upon the development of new adhesive systems, it has become very important to know the quality and thickness of the smear layer, as well as the dentin topography produced after preparation. For this purpose, we conducted an *in vitro* evaluation of the drilled surface and the smear layer produced in dentin after instrumentation. Twenty-four (24) samples were divided into four (4) groups: (group 1 – samples prepared with IADR, group 2 – samples prepared with rotary CVD, group 3 – samples prepared with Tangential ultrasound-guided CVD, and group 4 – groups prepared with Impact ultrasound-guided CVD). After the dentin drilling described, the samples were dehydrated and adequately prepared for SEM observation. A qualitative analysis conducted by SEM microphotography yielded significant differences. The samples worked with the rotary systems (IADR and rotary CVD) showed straight, parallel grooves, with thicker smear layers and longer smear plugs. The samples submitted to ultrasound-guided drilling

(Tangential CVD and Impact CVD) showed distinctive groove and contour patterns, with the lowest smear thicknesses and smear plug lengths.

Key words: smear layer, CVD, diamond burs, ultrasound, dentin

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
3 PROPOSIÇÃO.....	35
4 MATERIAL E MÉTODO.....	36
4.1 Dentes.....	36
4.2 Materiais e equipamentos empregados.....	36
4.3 Limpeza e Armazenamento do Dente.....	38
4.4 Preparo coronário dos dentes.....	38
4.5 Execução do desgaste das superfícies dentinárias.....	39
4.6 Preparo dos corpos para observação no MEV.....	41
4.7 Observação ao MEV.....	42
5 RESULTADOS.....	44
5.1 Características da superfície dentinária desgastada.....	44
5.2 Características da camada de esfregaço.....	48
6 DISCUSSÃO.....	56
6.1 Características das superfícies dentinárias desgastadas.....	56
6.2 Características da camada de esfregaço.....	62
7 CONCLUSÕES.....	67
7.1 Características da superfície dentinária desgastada.....	67
7.2 Características da camada de esfregaço.....	68
REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

O preparo de cavidades gera a formação de uma película de substratos dentais e bacterianos depositada na superfície do esmalte e da dentina denominados como: camada de esfregaço, magma, smear layer ou lama dentinária, entre outros.

Com o desenvolvimento dos sistemas adesivos, principalmente os autocondicionantes, tornou-se muito importante saber a qualidade e a espessura da camada de esfregaço produzida.

Tanto dentina quanto o esmalte fazem parte da composição da camada de esfregaço. O esmalte possui aproximadamente 88% de volume mineral, 2% de água e 2% de substâncias orgânicas. A dentina apresenta uma estrutura complexa, possuindo em sua composição química aproximadamente 50% de volume mineral (cálcio, fosfato e hidroxiapatita), 30% de matriz orgânica (colágeno), sendo que 10% dessa matriz orgânica são proteínas não colagenosas (fosforinas, sialoproteína dentinária e glicosaminoglicanos – GAGs) e 20% de água (H₂O).

Tradicionalmente, os preparos cavitários são realizados com os instrumentos abrasivos diamantados rotatórios convencionais (IADR), que são confeccionados a partir da eletrodeposição galvânica do pó de diamante em hastes metálicas. Esse método de agregação do pó de diamante permite a perda progressiva das estruturas aderidas na haste, ou seja, as partículas de diamante e principalmente o Ni⁺² (Níquel), o Cromo (Cr), o Silício (Si) e o Ferro (Fe) (BORGES et al. 1999), que podem contaminar

os tecidos bucais. O IADR geralmente forma uma camada de esfregaço espessa obliterando os túbulos dentinários que dificultam os procedimentos adesivos.

A camada de esfregaço pode ser considerada como uma barreira que protege a polpa dos estímulos nocivos, mas sua função é temporária porque se dissolve nos fluidos bucais, possuindo pouca aderência aos tecidos dentais na qual é formada. Fatores físico-químicos influenciados pela atrição, pressão, frequência de aplicação e principalmente pela variação de temperatura gerada pelas pontas rotatórias, levam à formação da camada de esfregaço. Estes fatores degradam as proteínas e deformam os cristais de hidroxiapatita existentes no complexo amelo-dentinário.

A refrigeração com *spray* (ar/água) da caneta de alta rotação é um coadjuvante importante que auxilia tanto na refrigeração da ponta, formando uma camada mais fina de esfregaço, quanto na remoção de partículas suspensas da própria camada de esfregaço provenientes do desgaste dental.

Além dos fatores físicos citados, existe um conjunto de fatores químicos que auxiliam na formação da camada de esfregaço. Dependendo do ambiente onde esta camada for produzida, farão parte de sua estrutura: resíduos dentais (dentina e esmalte pulverizados), elementos salivares, sanguíneos, bacterianos e os componentes oleosos dos lubrificantes das canetas. A proporção de substratos orgânicos e inorgânicos irá variar de acordo com a profundidade da dentina, das condições dos tecidos manipulados e da microbiota bucal.

Recentemente surgiram novas possibilidades de instrumentação cavitária. Essas novidades são: o laser de alta potência Er:YAG (Érbio: Ítrio – Alumínio - Granada) ou jatos abrasivos (Óxido de Alumínio), e os instrumentos abrasivos diamantados (IAD)

obtidos pela técnica *Chemical Vapor Deposition* (CVD) utilizados em ultra-som ou rotatório.

O diamante é o mineral na forma alotrópica do Carbono mais resistente encontrado na natureza, com valor 10 na escala Mohs de dureza. Esse mineral foi descoberto na Índia há aproximadamente 7000 anos e apesar do grande interesse econômico, os diamantes só conseguiram ser reproduzidos laboratorialmente em 1954, a partir do grafite. Em 1977, os russos foram os pioneiros na manipulação de diamante pela técnica CVD, quando descobriram que o hidrogênio (H) poderia servir como ativador na formação laboratorial do diamante. Alguns anos depois, já em 1990, no Japão, descobriu-se o diamante policristalínico e em 1996, no Brasil, conseguiu-se fazer com que o diamante formado pela técnica CVD ficasse fortemente aderido à haste metálica. Tais descobertas possibilitaram grandes avanços nos mercados automotivo, espacial e odontológico, surgindo uma nova possibilidade na técnica do preparo de cavidade com instrumentos abrasivos diamantados rotatórios obtidos pela técnica CVD (CDV rotatório).

Podemos também utilizar os instrumentos abrasivos diamantados CVD por ultra-som (CVD por ultra-som), que são acoplados por um conector específico. Para sua manipulação, é necessária a utilização de refrigeração a água (H₂O) por gotejamento. A utilização desse sistema permite que as pontas possuam formas não convencionais, proporcionando um aumento na amplitude dos movimentos, melhorando o acesso de trabalho e campo de visão do operador.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Catuna (1953) descreveu pela primeira vez o uso do ultra-som, um novo invento para aplicação na Odontologia trazido pela Cavitron Corporation de Nova York, para preparar cavidades. O equipamento era um ultra-som magnetostrictivo, que consistia em um cilindro de níquel de 4 polegadas de diâmetro e 8 polegadas de comprimento coberto por um componente chamado de transdutor que revestia os cilindros e transformava impulsos elétricos de alta frequência em vibrações mecânicas. Essa frequência oscilava de 16.000 a 29.000 ciclos por segundo (kHz), em um componente cônico de 4 polegadas fixo no transdutor, onde era possível acoplar instrumentos cortantes intercambiáveis funcionando como instrumento abrasivo. A ação abrasiva desse instrumento pode ser comparada a marteladas, por que a ponta se movimenta em uma direção paralela ao longo eixo resultando em uma enorme força exercida pela ponta abrasiva. Para demonstrar a eficiência dessa nova tecnologia foram realizados preparos cavitários em dentes recém-extraídos.

Roche (1954) mostrou um novo equipamento para a realização de preparos de cavidade desenvolvido pela Mullard Ltda. (Londres), que consistia de um ultra-som magnetostrictivo que produzia na ponta ativa movimentos oscilatórios verticais que variavam de 16000 a 24000 ciclos por segundo, com amplitude de 0.0005 polegadas. Para o desgaste cavitário com esse equipamento era necessária uma leve pressão e a associação da ponta ativa a um abrasivo (carborundum, rubi, óxido de alumínio ou pó de diamante) misturado à água ou óleo. Segundo o autor, a manipulação desses

equipamentos era simples e rápida, e a sensibilidade dolorosa era menor quando comparada à alta rotação.

Nielsen e Richards (1954) descreveram que o fenômeno ultra-sônico que já há algum tempo era conhecido, mas somente com o ultra-som poderia ser utilizado para abrasão de materiais rígidos. A possibilidade de esse equipamento ser utilizado na prática odontológica dependeria de um projeto aprovado pela marinha americana. Esse projeto foi dividido em 3 etapas, a primeira consistia no desenvolvimento de uma peça de mão, a segunda na observação de efeitos biológicos e a terceira na aplicabilidade clínica.

Hartley et al. (1957) relataram a grande tendência de utilização dos IADR pela sua eficiência no desgaste de esmalte, apesar do conhecimento de que as partículas de diamante aderidas à haste seriam perdidas conforme o uso. Nesse estudo os autores avaliaram a perda de diamante dos IADR utilizados em diferentes velocidades (3000, 5000, 10000 e 15000 rpm) após desgastarem o vidro (0.25 polegadas de espessura). Concluíram que quanto maior a velocidade, maior o desgaste da ponta diamantada, e que na região periférica ocorria uma maior perda de diamantes que na região central do IADR.

Lammie (1957) utilizou o perfilômetro como equipamento para mensurar a rugosidade superficial de dentes humanos após desgaste com vários tipos de instrumentos rotatórios (6000 rpm), dentre eles foram utilizados instrumentos diamantados e carborundum abrasivos e cortantes rotatórios. O grupo de dentes desgastado com IADR proporcionou ranhuras mais profundas. O grupo de dentes que recebeu desgaste com as brocas de aço mostrou a necessidade da utilização de duas ou mais brocas novas para cada desgaste. Já o grupo de dentes que foram

desgastados com discos de carborundum apresentou as superfícies mais lisas, devido ao pequeno tamanho das partículas de carborundum do disco. Segundo o pesquisador, as características das ranhuras vão depender do tipo de instrumental utilizado (diamantado, carborundum, aço ou carbide), granulometria e sentido de corte/abrasão do instrumento.

Postle (1958) descreveu a técnica de instrumentação ultra-sônica para realização de preparos de cavidade com o Cavitron, que consistia em duas etapas, o pressionamento e a planificação. O pressionamento tratava-se da remoção de esmalte e dentina com a ponta abrasiva acoplada ao ultra-som. A planificação consistia em estender as paredes pré-estabelecidas até os limites desejados. O autor ressaltava também a importância de saber manusear o equipamento com pressão suficiente para guiar a ponta, possibilitando uma boa eficiência de corte, uma lisura no cavo superficial do preparo cavitário, uma redução na sensibilidade dolorosa, no tempo de trabalho, no ruído e na geração de calor.

Scott e O'Neil Jr. (1961), em um estudo de microscopia, revolucionaram a análise da camada de esfregaço utilizando o microscópio eletrônico de transmissão para descrever em detalhes a morfologia da superfície cortada do dente. Os pesquisadores observaram anomalias deixadas pela ação dos instrumentais e relataram também grandes diferenças na textura deixada pelos instrumentos, com difração eletrônica em réplicas da estrutura prismática do esmalte. Demonstraram que o esfregaço cortado foi identificado como hidroxiapatita, que a dentina cortada estava sempre irregular e com os túbulos dentinários obstruídos.

Balamuth (1963) discutiu as várias aplicações de uso do primeiro ultra-som (Cavitron) lançado em 1952 desenvolvido para a prática odontológica, que incluía o

desgaste, a curetagem, a remoção de amálgama, a instrumentação endodôntica e a cirurgia gengival. Segundo o autor, a instrumentação ultra-sônica associada ao pó de óxido de alumínio usado como agente abrasivo podia realizar preparos cavitários com pouco aquecimento, pela eliminação da fricção inerente ao processo rotatório. Relatou também que a vibração ultra-sônica reduz drasticamente o tempo de contato da ponta com o dente, minimizando a dor e o desconforto e aumentando a aceitação do paciente. Denominou-se cavitação a formação de microbolhas no meio líquido, produzida pela movimentação ultra-sônica. Quando as bolhas entram em colapso geram uma movimentação hidrodinâmica que massageia os tecidos gengivais facilitando a penetração de medicamentos. Para manusear o ultra-som é necessária apenas uma leve pressão, que ao contrário, pode bloquear os movimentos oscilatórios reduzindo a eficiência de corte. É importante ressaltar que essas vibrações não podem cortar tecido mole por que o impacto é de apenas 0.0014 polegadas, ou seja, entre outros fatores o ultra-som possui inúmeras possibilidades e vantagens quando comparado ao alta rotação.

Eick et al. (1970) avaliaram o uso do MEV como instrumento para estudar as diferenças em dentes humanos na topografia superficial desgastada, identificar quimicamente o esfregaço produzido e estabelecer o padrão de desgaste utilizando IADR e instrumento cortante rotatório (ICR) em alta-rotação (200.000 rpm) com e sem irrigação. As superfícies desgastadas com IADR se apresentaram mais rugosas que as desgastadas com ICR. Nas superfícies desgastadas, partículas dentais suspensas foram encontradas sobre um filme orgânico (camada de esfregaço) variando de 15 a 0.5 μm de diâmetro, enquanto os desgastes realizados sem refrigeração apresentaram maior espessura de esfregaço.

Gilboe et al. (1980) afirmavam que a camada de esfregaço podia ser uma alteração da superfície modificada pelo excesso de calor localizado, mudando as características químicas e físicas das superfícies dentais. Nesse estudo foi proposta a produção e análise em MEV da camada de esfregaço realizada em molares humanos (*in vitro*), variando a ponta de desgaste (IADR ou ICR cilíndricos) em alta-rotação (200.000 rpm), atuando sob refrigeração ou não (*spray* ar/água). Nas fotomicrografias, os grupos que sofreram desgaste pelo IADR convencional evidenciaram a presença de estrias e camada de esfregaço que aparentemente apresenta-se pouco aderente à dentina, sendo parcialmente removida pelo ICR associado ao *spray* de ar/água, possibilitando a visualização da luz de alguns túbulos dentinários. Os dentes desgastados sem irrigação demonstraram que a superfície dentinária foi totalmente coberta por uma homogênea camada de esfregaço obstruindo os túbulos dentinários. O estudo concluiu que a superfície desgastada é recoberta por uma compacta camada de esfregaço.

Boyer e Svare (1981) relataram que a permeabilidade dentinária dependia do método de corte ao qual a dentina era submetida. A proposta desse trabalho visava determinar a permeabilidade dentinária frente a diferentes métodos de desgaste dental, comparando os efeitos gerados pelo disco diamantado, ICR, IADR e após o acabamento com ICR modificado ou pontas cegas. Concluíram que em todas as metodologias de desgaste dental empregadas a permeabilidade dentinária foi reduzida, apresentando os túbulos dentinários obstruídos pelo *smear plug* e não apresentando diferenças entre os grupos estudados.

Pines, Shulman e Vaidyanathan (1981) compararam análises realizadas em MEV, da topografia de IADR de 7 marcas comerciais diferentes. Verificaram que

existem significantes diferenças entre as pontas diamantadas analisadas. Também foi constatado, quando se comparou a topografia das pontas de um mesmo fabricante, que havia significantes diferenças.

Cotton (1984), em uma revisão bibliográfica relatou que o interesse de se estudar a camada de esfregaço é antiga, vindo desde a década de 50, sendo inicialmente descrito como os resíduos deixados na dentina resultantes do preparo cavitário. Apesar do tempo prolongado de estudo, não se dava a devida importância ao assunto, mas a partir do momento da descrição de microorganismos em sua estrutura mudaram-se totalmente os conceitos.

Dippel, Borggreven e Hoppenbrouwers (1984) estudaram a possibilidade de criar uma camada de esfregaço contínua na parede axial de um preparo cavitário com instrumentos rotatórios e investigar a diminuição da permeabilidade dentinária frente a essa película produzida. Concluíram que os preparos cavitários realizados com ICR ou IADR convencional sempre produziam uma camada de esfregaço contínua na superfície preparada, penetrando e obliterando os túbulos dentinários, podendo diminuir em média 35% a permeabilidade dentinária.

Gwinnett (1984) fez referência à energia gerada na interface do substrato dentinário e instrumental. Essa energia era desenvolvida durante o desgaste do dente, promovendo seu aquecimento, deformação plástica e elástica, podendo potencialmente alterar e deteriorar o substrato formando uma contaminada camada de esfregaço. Demonstrou também as diferenças morfológicas causadas pelos diferentes instrumentos abrasivos e de corte dental testados, utilizados a seco ou sob refrigeração. Descreveu também a ocorrência de uma camada de esfregaço com áreas de pouca aderência. As particularidades dessa camada de esfregaço mudam de acordo

com as condições operacionais, o instrumental empregado, a pressão exercida e o calor gerado. Quando sob refrigeração é produzida uma camada mais fina, quando a seco é produzida uma camada mais espessa.

Pashley (1984) descreveu que a camada de esfregaço era formada pelo corte ou abrasão produzido por instrumentos manuais ou rotatórios. Grande parte dessa camada era formada por “uma matriz mineralizada de colágeno” e microorganismos espalhados sobre a dentina, variando de espessura. Essa variação de espessura dependia do corte, se realizado a seco ou sob refrigeração, da composição do irrigante, do tamanho e forma do preparo cavitário e do tipo de instrumental utilizado, podendo chegar a 15 μm de espessura, diminuindo a permeabilidade dentinária. Essa espessa camada formada esconde a matriz dentinária influenciando a adesão de materiais adesivos.

Mader, Baumgartner e Peters (1984) estudaram em MEV as características morfológicas da camada de esfregaço de raízes de dentes humanos preparados com lima tipo K e irrigadas com hipoclorito de sódio (NaOCl) a 5.25%. Os autores foram os primeiros a discutirem a formação e o comprimento do *smear plug*. A formação do *smear plug* se deve ao pressionamento das partículas da camada de esfregaço para o interior dos túbulos de maneira pouco aderida e friável. Esse comprimento pode variar de alguns μm a até 40 μm . A espessura fina da camada de esfregaço foi de 1 a 2 μm , provavelmente devido à irrigação com NaOCl.

Ahmad, Ford e Crum (1987) realizaram um estudo comparando o efeito do padrão da corrente acústica produzida por diferentes tamanhos de limas ultra-sônicas utilizadas em ultra-som (Cavi-Endo - Dentsply). A técnica recomendada pelo fabricante, utilizava hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5% durante 1 minuto, enquanto a técnica modificada, sugerida pelos autores, utilizava NaOCl a 1% durante 5 minutos. Os

autores concluíram que as limas endodônticas ativadas com o Cavi-Endo produzem corrente acústica, podendo promover superfícies livres de camada de esfregaço.

Pashley et al. (1988) analisaram em MEV o resultado de uma nova técnica de remoção da camada de esfregaço produzida durante o preparo cavitário. Essa técnica consistia em utilizar a vibração ultra-sônica na limpeza cavitária. Após produção *in vitro* de camada de esfregaço por diferentes métodos (lixa de papel – 320, lixa de papel – 600 e ICR – tronco-cônica invertida), os corpos de prova (cps) foram colocados em um becker com água (2ml) e submetidos a um tratamento ultra-sônico por 10 minutos. Segundo os autores o ultra-som promoveu uma desagregação e uma remoção parcial do esfregaço dentinário, principalmente na região dos túbulos.

Price e Sutow (1988) avaliaram em MEV e perfilômetro a rugosidade superficial de esmalte e dentina humana preparados com 4 diferentes instrumentos rotatórios (IADR F – granulação fina, IADR FF – granulação extrafina, ICR-12 lâminas e ICR-30 lâminas). Demonstraram que o maior grau de rugosidade foi obtido pelo IADR F (3.84 μm), seguido pelo ICR de 12 lâminas (0.54 μm), IADR FF (0.46 μm) e ICR de 30 lâminas (0.29 μm). Constataram que apesar da menor rugosidade obtida pelo ICR de 30 lâminas, este produziu lascas no cavo superficial de esmalte, demonstrando que a melhor indicação para a realização de um término de preparo é o IADR FF.

Czonskowsky, Wilson e Holstein (1990) realizaram uma revisão bibliográfica a respeito da camada de esfregaço. Segundo os autores, esta é formada por uma parte inorgânica (estruturas dentais) e outra orgânica (bactérias, proteínas e restos de prolongamentos odontoblásticos) depositadas na superfície dental. O esfregaço é formado pelo desgaste dental produzido por um instrumento cortante ou abrasivo, que irá variar sua espessura dependendo da refrigeração utilizada. Possui ainda aspecto

amorfo, irregular e pouco aderido, composto por duas camadas: superficial - que é formada pelo esfregaço formado sobre a dentina e o esmalte medindo de 1 a 5 μm , e a profunda - que é o esfregaço acumulado no interior dos túbulos dentinários (*smear plug*) com o comprimento podendo chegar a 40 μm .

Pashley (1990) discutiu a microinfiltração, uma das principais causas de sensibilidade pós-operatória. Descreveu as características e os motivos dessa falha na interface dente/restauração. O aparecimento da microinfiltração se deve a fatores locais (profundidade dentinária), permeabilidade dentinária e a formação da camada de esfregaço e *smear plug* (formado pela compressão de partículas dentais desgastadas durante o preparo cavitário para o interior dos túbulos dentinários podendo chegar a 10 μm de comprimento). Apesar da camada de esfregaço em conjunto com o *smear plug* selarem os túbulos dentinários, são pouco aderidos à dentina e solúveis ao meio bucal.

Laird e Walmsley (1991) explicaram as propriedades físicas do ultra-som em conjunto com possíveis efeitos biológicos nos tecidos como: as ondas e cavitações ultra-sônicas, efeitos térmicos, microcorrente acústica e forças de radiação inerentes à utilização do ultra-som. Na odontologia, a geração de ultra-som é obtida por um transdutor que geralmente é o piezoelétrico ou o magnetostrictivo que converte energia elétrica em ondas ultra-sônicas.

Wahle e Wendt Jr. (1993) avaliaram no perfilômetro a rugosidade superficial dentinária de 48 dentes humanos após serem preparados com diferentes granulações de lixa, ICR e IADR. Segundo os autores quando se deseja uma simulação clínica em um estudo *in vitro* existe uma grande dificuldade na padronização superficial dos cps. Dentre os instrumentos utilizados concluíram que não existia padrão de granulometria das partículas de diamantes entre os fabricantes analisados, e que a espessura da

camada de esfregaço variava com o padrão de rugosidade impressa na dentina. A lixa de granulação 60 é a que mais se assemelha às superfícies preparadas com IADR de granulação média.

Roy, Ahmad e Crum (1994) mostraram a resposta hidrodinâmica da movimentação ultra-sônica de uma lima endodôntica no interior do canal. Na verdade, essa vibração é complexa, não dependendo apenas de um fenômeno para a eficiência de limpeza do esfregaço produzido durante o preparo. Existem diferenças nessa movimentação que dependem de vários fatores físicos como o tamanho, características de superfície, velocidade de amplitude da lima, geometria do canal e o tipo de irri gante.

Laufer, Pilo e Cardash (1996) compararam a rugosidade média superficial (Ra) com o rugosímetro e em MEV os términos em ombro de preparos protéticos dentinários. Os preparos foram realizados *in vitro* com IADR convencional, IADR F e IADR FF em alta rotação, instrumentação manual e pontas diamantadas acopladas em ultra-som. Os resultados de Ra não mostraram diferenças estatisticamente significantes ($p > 0.05$) entre os grupos preparados com IADR, IADR F e IADR FF; o acabamento manual do preparo não apresentou melhorar resultados e o grupo preparado com as pontas diamantadas em ultra-som foi o que apresentou maior rugosidade média superficial.

Trava-Airoldi et al. (1996) demonstraram os primeiros resultados na produção de diamante policristalínico obtido pela técnica CVD a partir da tecnologia do filamento aquecido. O intuito era formar grandes grãos de diamante na haste para utilização como instrumento abrasivo. Hastes polidas de molibdênio de 1 mm de diâmetro foram enfileiradas no interior de um reator aquecido por um filamento de tungstênio de 0.2 mm de diâmetro e aquecido a aproximadamente 2500 °C, com uma atmosfera de gases de CH₄ e CF₄, com diferentes diluições de gases em hidrogênio sob pressão. Esse estudo

demonstrou que o crescimento de diamante CVD na técnica do filamento aquecido é possível em espessuras superiores a 10 μm em superfícies irregulares, sendo esses resultados mais eficientes que em superfícies lisas.

Valera et al. (1996) avaliaram a resistência de desgaste das pontas CVD com relação a três marcas de IADR. Consideraram uma sequência de 50 perfurações, sendo que a cada 10 perfurações as pontas eram analisadas em microscópio ótico. Nos IADR o processo de fixação do pó de diamante é proveniente de solda galvânica. A cada interrupção percebia-se perda ou quebra das partículas de diamantes da haste metálica. Ao final das 50 perfurações os diamantes haviam sido removidos e a solda galvânica manteve contato com a superfície desgastada. Já nas pontas CVD, os testes continuaram até 1000 perfurações sem apresentar desgaste, descolamento ou fratura do filme de diamante.

Stefanis, Hatiris e Mourmouras (1998) se propuseram a estudar o mecanismo responsável pela erosão de placas gesso e alumina, sob os efeitos da cavitação ultrassônica. Relataram que o fenômeno de cavitação gera a formação de microbolhas em meio líquido. Quando essas microbolhas implodem, liberam uma grande intensidade de energia provocando uma poderosa movimentação hidráulica. Conseqüentemente, as erosões são causadas pelos jatos formados por implosões das microbolhas durante o efeito de cavitação, associado ao impacto contínuo do fluxo de líquido nas placas.

Siegel e Fraunhofer (1998) discutiram a evolução do IADR em uma revisão bibliográfica. Relataram que no final do século 19 Willman e Schroeder foram os primeiros a fabricarem o IADR para a realização de preparos protéticos. Até a segunda guerra mundial, os IADR não eram fabricados como nos dias de hoje, estes possuíam enormes partículas de diamantes que impossibilitavam a realização de trabalhos

precisos, e a fixação desse pó de diamante ocorria de forma diferente. Atualmente, na grande maioria das vezes, o pó de diamante, seja ele natural ou sintético, variando seu diâmetro de 80 a 160 μm , é fixado à haste pela deposição, principalmente, de uma matriz de níquel, processo conhecido como deposição eletrolítica.

Borges et al. (1999) investigaram o potencial de corte e a resistência ao desgaste de um novo instrumento diamantado rotatório produzido por um filme de diamante, obtido pelo sistema CVD. As pontas diamantadas CVD rotatórias e IADR foram analisadas em MEV após serem utilizadas no vidro e no dente em alta rotação (60.000 rpm) durante 5 minutos. Constataram que as pontas diamantadas CVD eram bem mais resistentes, não ocorrendo o descolamento dos grânulos de diamante devido à tecnologia de fabricação. Por não possuírem solda galvânica proveniente do processo de fixação do pó de diamante ao IADR, não ocorria à contaminação com substâncias tóxicas como o Níquel, Silício, Cromo e Ferro.

Sekimoto, Derkson e Richardson (1999) se propuseram a comparar a permeabilidade e a morfologia dentinária após 2 minutos de condicionamento ácido (6% ácido cítrico) em dentina preparada com IADR e ICR. Constataram que a camada de esfregaço produzida pode reduzir em até 86% a permeabilidade dentinária, não diferindo em função do instrumental utilizado. A dentina analisada após o condicionamento ácido - preparada com ICR - ficou mais permeável que a preparada com IADR, que permaneceu com os túbulos dentinários obstruídos (*smear plug*), afetando a força de adesão dos sistemas adesivos.

Banerjee, Kidd e Watson (2000) investigaram em MEV as diferenças morfológicas da superfície dentinária após a remoção de dentina cariada. Diferentes técnicas de remoção do tecido cariado foram empregadas (instrumento cortante

manual, ICR, Carisolv, instrumento abrasivo sônico e abrasão a ar). Dos resultados apresentados, observou-se que existiu em todos os grupos a formação de camada de esfregaço variando de 3 a 10 μm , sendo que o Carisolv foi a técnica que apresentou menor formação de esfregaço com áreas de túbulos desobstruídos.

Ayad (2001) se propôs a estudar o corte dentinário com diferentes pontas rotatórias (IADR e ICR de acabamento) e o ataque ácido (ácido poliacrílico a 25%, ácido fosfórico a 10% e 37%, ácido cítrico a 10% e ácido láctico a 20%) da superfície dentinária. Dentre os resultados analisados em MEV, constatou que a espessura da camada de esfregaço pode variar de 0.5– 15 μm , composta de estruturas similares às quais foi formada, de aspecto amorfo cobrindo toda a dentina e obliterando a entrada dos túbulos. O *smear plug* apresentou-se com comprimento maior que 10 μm e as ranhuras onduladas e paralelas com largura média de 100 μm .

Busslinger et al. (2001) compararam a utilização de três tipos de curetas periodonticas: as utilizadas manualmente, as utilizadas em ultra-som magnetoestrictivo e as utilizadas em ultra-som piezoelétrico. Foram avaliados: a qualidade e o tempo de remoção dos cálculos, rugosidade média superficial (R_a) e análise em MEV antes e depois da instrumentação periodontica. Para essa análise foram necessários 30 dentes humanos que apresentassem cálculos subgengivais. Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que as três técnicas de remoção de indutos são eficazes, sendo que o ultra-som piezoelétrico foi o mais rápido na remoção dos cálculos.

Luz, Garone Netto e Arana Chaves (2001) analisaram em MEV o resultado da pesquisa realizada *in vitro* (dentes humanos) do efeito de alguns agentes de limpeza de cavidade (*spray* de ar/água, ácido tânico, ácido fosfórico, detergente aniônico e hipoclorito de sódio), associado ou não com ação mecânica após a realização de

preparos cavitários (mesio-ocluso-distal). Todos os preparos foram feitos com turbina de alta-rotação irrigados com *spray* de ar/água, com o intuito de produzir uma camada de esfregaço padrão e provar a frágil resistência de união do esfregaço à superfície dental. Constataram que todos os mecanismos de limpeza estudados obtiveram algum grau de remoção de esfregaço, sendo que essa remoção variara de acordo com a efetividade da ação mecânica empregada.

Vieira e Vieira (2002) em um estudo com lupa estereoscópica e MEV, compararam a quantidade de estrias e camada de esfregaço remanescentes em 14 dentes humanos após preparo com IADR convencional (KG Sorensen) e ponta diamantada CVD (CVDentus) em ultra-som. Constataram que as cavidades preparadas com ultra-som obtiveram menores quantidades de estrias e também menor quantidade de esfregaço.

Lea, Landini e Walmsley (2002) investigaram o uso do *scanner* de vibração a laser (SLV – PSV-300-F/S High Frequency Vibrometer System) como metodologia de captação de dados e imagens para análise dos movimentos da cureta periodontal utilizada em ultra-som, que se mostrou eficaz na detecção destes movimentos. Indicou ainda que a amplitude de oscilação diminui com o aumento da irrigação, que a amplitude do movimento das curetas analisadas é de ordem nanométrica (nm) e que dificilmente contribuirão em algum efeito físico de limpeza.

Trava-Arioldi et al. (2002) conseguiram comprovar nesse estudo uma forte aderência do diamante produzido por uma nova tecnologia (CVD) à um substrato metálico (molibdênio). Foi estudada a camada entre o diamante e o metal com o intuito de analisar a difusão entre o carbono e o hidrogênio no crescimento do diamante. Utilizou-se um reator convencional aquecido por filamento à baixa temperatura (de 700

a 900°C), em atmosfera de hidrogênio e nitrogênio sob pressão. Foi constatado que o diamante CVD cresce sob diferentes condições. A superfície modificada pela formação de um complexo de nitrogênio e carbono mostrou-se eficiente na inibição da difusão do hidrogênio e do carbono durante o crescimento do diamante. As propriedades mecânicas do molibdênio foram mantidas, melhorando a aderência do diamante.

Guerisoli et al. (2002) avaliaram em MEV a remoção da camada de esfregaço com ácido etilenediamino tetra-acético (EDTAC) e hipoclorito de sódio (NaOCl) associado à agitação ultra-sônica (Piezon Máster 400 – EMS Electro Medical Sistem). Foram utilizados nessa pesquisa 20 incisivos inferiores unirradiculares recém-extraídos, que foram divididos em quatro grupos iguais. Os grupos I, II e III foram instrumentados com limas KFlex (Kerr), enquanto o quarto grupo - servindo de controle - não foi instrumentado. Ao final dos preparos endodônticos, uma lima 15 foi associada ao ultra-som em baixa potência para promover a limpeza dos grupos I, II e III. De acordo com a metodologia utilizada, o emprego do ultra-som nos canais irrigados com NaOCl a 1% e EDTAC a 15% removeu a camada de esfregaço. Os canais irrigados com água destilada ou NaOCl a 15% não removeram a camada de esfregaço.

Mayer, Peters e Barbakow (2002) avaliaram o material e o *design* geométrico de pontas ultra-sônicas. O intuito dos pesquisadores era estudar a atuação das pontas atuando na remoção da camada de esfregaço dos canais durante a irrigação e a influência morfológica de duas técnicas rotatórias de preparo do conduto radicular. Quarenta e dois caninos ou pré-molares unirradiculares recém-extraídos com seus condutos radiculares preparados até a lima 45, foram divididos em seis grupos iguais. Os grupos 1, 2 e 3 foram preparados com a lima ProFile .04, enquanto que os de número 4, 5 e 6 foram preparados com as limas Lightspeed (LS). Todos os grupos

foram irrigados com NaOCl a 5.25% e EDTA a 17%. Nos grupos 2 e 5 houve a ativação ultra-sônica, utilizando a lima de aço número 15 (K-File), e nos grupos 3 e 6 a lima de Níquel-Titânio (NiTi). Os corpos de prova foram analisados em MEV com aumentos de 15X, 200X e 400X. Constatou-se que os canais irrigados e ativados por ultra-som não obtiveram diferença estatisticamente significativa na remoção dos debris ou mesmo na camada de esfregaço, do mesmo modo que a parte apical dos condutos foi menos influenciada na ativação ultra-sônica durante a irrigação.

Garone Netto et al. (2003) descreveram a camada de esfregaço sendo formada por elementos dentais, oleosos dos lubrificantes, sangüíneos, salivares e bacterianos, dependendo do ambiente em que é produzida, que é depositada durante o preparo cavitário na superfície dental, apresentando aspecto amorfo. Segundo os autores, sua formação ocorre em virtude de uma série de fatores físico-químicos que envolvem a mecânica de corte/abrasão. Tais procedimentos aumentam a temperatura (até 450⁰C) na interface dente-instrumento quando preparado sem refrigeração, e associado à pressão aplicada produzem maior espessura no esfregaço e comprimento de *smear plug*. Os IADR, durante o preparo de cavidade, produzem a maior quantidade de esfregaço, apresentando uma topografia dentinária irregular (ranhuras longitudinais), já os ICR apresentam menor quantidade de esfregaço, com características topográficas na dentina mais lisas.

Conrado et al. (2003) compararam em estudo laboratorial as rugosidades das superfícies de esmalte e dentina humana. O preparo foi realizado com IADR de granulação grossa e de acabamento em alta rotação, CVD rotatório e com pontas diamantadas CVD por ultra-som. Os corpos de prova foram analisados em MEV e demonstraram que o acabamento final das superfícies em esmalte e dentina, quando

preparadas com as pontas CVD tanto para alta rotação quanto para ultra-som, obteve resultados de lisura superiores aos obtidos pelos IADR convencionais.

Lima (2003) avaliou o perfil de cavidades preparadas em dentina e esmalte com instrumentos diamantados CVD no formato cilíndrico e esférico. Concluiu que a largura e a profundidade dos preparos cavitários realizados em dentina foram maiores que em esmalte, independente do formato da ponta. E também que a ponta diamantada CVD esférica produziu preparos mais largos e que os sentidos de movimento produziram preparos cavitários semelhantes em largura e profundidade, exceto para os preparos realizados com a ponta cilíndrica no corte de esmalte.

Pioch et al. (2003) relataram que a camada de esfregaço pode afetar a adesão e que existem poucos estudos a respeito da espessura da camada de esfregaço produzida por equipamentos oscilatórios. Propuseram-se então a estudar o efeito do preparo cavitário na interface dente e restauração de resina composta. Com um equipamento sônico (Sonicsys®) e IADR em alta rotação, duas classes II foram preparadas em cada um dos 10 dentes decíduos hígidos utilizados nesse estudo. As cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico, preenchidas com uma camada de adesivo dentário, uma camada de resina composta fluida e uma camada de resina composta condensável. Após a fotoativação foram armazenadas durante 24 horas em água a 20°C. Os corpos de prova, ao serem analisados no Microscópio Eletrônico Confocal Laser, mostraram que em ambos os grupos ocorreram a formação da camada de esfregaço, apesar de não ser estatisticamente significativa ($p = 0.05$). O grupo preparado com as pontas sônicas apresentou menor espessura da camada de esfregaço. Outra característica dessas pontas é que a morfologia dos cavos

superficiais dos preparos “assemelham-se a ondas”, já no outro grupo, esses términos são mais planos.

Conde (2004) em um estudo laboratorial, comparou em MEV a textura e a quantidade removida de camada de esfregaço das paredes cavitárias. Foram analisadas após serem preparadas com IADR em alta rotação e pontas diamantadas CVD por ultra-som. Os resultados obtidos mostraram que as cavidades preparadas com o ultra-som apresentaram duas características: os preparos realizados com a traseira da ponta promoveram um aspecto de lascas de rocha. Entretanto as paredes preparadas com a parte lateral da haste geraram características mais lisas. As cavidades preparadas com o IADR em alta rotação, mesmo condicionadas com ácido, ainda apresentaram resquícios da camada de esfregaço.

Oda et al. (2004) discutem as várias maneiras das curetas periodontais serem utilizadas e o funcionamento dos diversos tipos de equipamentos de ultra-som. O ultra-som piezoelétrico funciona com a aplicação de uma corrente elétrica nos cristais existentes na peça de mão, causando mudanças dimensionais que são transmitidas para as pontas como movimentos vibratórios lineares ultra-sônicos; já os ultra-sons magnetostrictivos funcionam também à base de corrente elétrica, só que formando um campo magnético que reagirá diretamente com a peça de mão, expandindo e contraindo este campo de acordo com a alternância energética, resultando em vibrações elípticas. Existem também os equipamentos odontológicos sônicos, que vibram a partir de ar comprimido, podendo chegar a uma frequência mais baixa variando de 2000 Hz – 6000 Hz. Nesse estudo foi constatado que a instrumentação manual e a mecânica ultra-sônica possuem o mesmo efeito na remoção de cálculos,

biofilme e endotoxinas, mesmo sabendo que a instrumentação ultra-sônica mecânica possui inúmeras vantagens.

3 PROPOSIÇÃO

A proposta desta pesquisa é avaliar a ação de quatro técnicas diferentes de instrumentação *in vitro* sobre a dentina humana. Serão utilizados dois instrumentos abrasivos diamantados rotatórios (IADR convencional e CVD) e um instrumento abrasivo diamantado CVD utilizado em ultra-som.

Serão avaliadas:

- As características das superfícies dentinárias desgastadas.
- As características da camada de esfregaço.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Dentes

Foram utilizados seis (6) terceiros molares superiores humanos hígidos, com características anatômicas semelhantes, de pacientes adultos jovens - com idade variando de 15 a 30 anos - extraídos por indicação terapêutica e sob consentimento do cirurgião dentista, mediante documento de doação assinado pelo responsável (Anexo A) e aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa (protocolo nº 154/04) (Anexo B).

4.2 Materiais e equipamentos empregados

- Pote Dapen
- Taça de borracha
- Pedra Pomes
- Contra Ângulo (L - Motor 181DB INTRA Matic I - Kavo)
- Peça reta (Kavo)
- Curetas peridontais (Hu-Fried)

- Disco diamantado flexível "disco - flex" (K. G. Sorensen)
- Lápis grafite
- Espátula metálica de manipulação de material nº 24 (S.S. White, Rio de Janeiro, R. J.)
- Resina acrílica autopolimerizável (JET clássico, São Paulo, Brasil)
- Cola a base de Cianoacrilato (Super Bonder - Henkel Loctite, Brasil)
- Estufa elétrica de cultura 502 Orion (Fanem, São Paulo, Brasil)
- Caneta de alta-rotação (Roll Air 3 - Kavo do Brasil S.A.)
- Instrumentos abrasivos diamantados rotatórios convencionais cilíndricos nº 1091 (IADR) (K.G. Sorensen)
- Instrumentos abrasivos diamantados rotatórios CVD cilíndricos (CVD rotatório) (CVDentus®)
- Ultra-som (Jet-Sonic Four Plus – Gnatus)
- Adaptador (CVDentus®)
- Instrumentos abrasivos diamantados CVD por ultra-som cilíndrico (CVD por ultra-som) (CVDentus®)
- Banho de álcool etílico
- HMDS (Hexametildissilazane)
- *Stub* (bases de alumínio para colagem dos espécimes)
- Esmalte de unha de coloração avermelhada (Risqué – Niasi)
- *Sputtering* para deposição de íons de ouro (Balzers Union – FL - 9496 Balzers/Furstentum Liechtenstein, Alemanha)
- Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV - Jeol Scanning Microscope modelo

6100, Tóquio, Japão)

- Filme fotográfico de grão fino Neopan Acros asa 100, branco e preto, 120mm (Fuji, Japão)
- Papel fotográfico Kodak, Kodabromide (Kodak do Brasil)

4.3 Limpeza e Armazenamento do Dente

Imediatamente após a exodontia os elementos foram lavados com água corrente e sabão neutro, limpos com aparelhos de ultra-som e raspados com curetas periodontais para remoção de indutos e resíduos orgânicos. Finalmente realizou-se a profilaxia com taça de borracha, pedra pomes e água, sendo conservados em água destilada a 4°C.

Os dentes limpos foram selecionados em microscópio óptico com aumento de 40 vezes para verificar a ausência de trincas e fissuras existentes na superfície da coroa clínica dos dentes.

4.4 Preparo coronário dos dentes

Com um discoflex montado em mandril para peça reta em baixa rotação, sempre sob refrigeração com água corrente, foi removido o esmalte oclusal de modo a deixar dentina exposta entre o terço médio e profundo. Com o mesmo instrumental foram removidas as raízes e em seguida, com o auxílio de uma cureta, a polpa coronária foi removida. Os remanescentes coronários foram conservados em água destilada à 4°C.

Os remanescentes coronários foram divididos ao meio com discoflex no sentido vestibulo-lingual do longo eixo do dente.

Após os procedimentos descritos, estes 12 fragmentos foram armazenados em água destilada na estufa (Orion-502; Fanem, São Paulo, Brasil) a 37°C por 24 horas.

4.5 Execução do desgaste das superfícies dentinárias

Os fragmentos dentais foram fixados em cubos de resina acrílica quimicamente ativada através da face cervical com uma gota de cola à base de cianoacrilato, de modo a facilitar o manuseio e desgaste dentinário.

As superfícies dentinárias oclusais expostas dos fragmentos dentais receberam um desgaste de até 1 mm de espessura.

O grupo 1, instrumentado com IADR e o grupo 2, instrumentado com CVD rotatório foram utilizados em alta rotação. Os grupos 3 e 4 foram instrumentados com CVD por ultra-som, que pode tangenciar a superfície dentinária ou atingi-la por impacto, por esse motivo os dois movimentos foram diferenciados em ação tangencial (CVD Tangencial) (Grupo 3) e ação de impacto (CVD Impacto) (Grupo 4).

A intensidade recomendada para o ultra-som é de 70% de sua potência, com gotejamento constante de água servindo de irrigação para minimizar um possível aquecimento da ponta e do dente. A técnica empregada para confeccionar os desgastes dentinários por ultra-som requer movimentos contínuos de vai-e-vem associado a uma pressão leve sobre os fragmentos dentais (indicações de uso recomendadas pelo fabricante).

- **Grupo 1 – IADR (Controle)**

Neste grupo o preparo foi realizado com o emprego do IADR nº 1091 em alta rotação com refrigeração tipo *spray* (ar/água). Este grupo é considerado controle, pois a camada de esfregaço produzida possui características conhecidas.

- **Grupo 2 – CVD rotatório**

Neste grupo o preparo foi realizado com o emprego da ponta diamantada CVD rotatório em alta velocidade (Roll Air 3 - Kavo do Brasil S. A.) com refrigeração tipo *spray* (ar/água).

- **Grupo 3 – CVD Tangencial**

Neste grupo o preparo foi realizado com o emprego do CVD por ultra-som de maneira que tangencie a superfície dentinária (CVD Tangencial).

- **Grupo 4 – CVD Impacto**

Neste grupo o preparo também foi realizado com o emprego do CVD por ultrassom, de maneira que atinja por impacto a superfície dentinária (CVD Impacto).

Após o preparo dentinário dos quatro grupos, não foi realizado nenhum procedimento de limpeza ou de condicionamento ácido.

4.6 Preparo dos corpos para observação no MEV

Os 12 fragmentos foram removidos de seu suporte para ser realizada uma canaleta com discoflex e clivagem com bisturi, obtendo-se assim 24 corpos de prova (cps). Portanto, de cada dente obtivemos 4 cps.

Estes cps foram desidratados com uma seqüência de diferentes concentrações de álcool etílico, que se iniciou a 30% e 50% durante cinco minutos. Passado o período estipulado, trocou-se a concentração para 70%, 80%, 90% e 95%, aumentando o período para dez minutos, na concentração de 100% (álcool etílico absoluto), onde foram realizadas três imersões de dez minutos.

Com as imersões realizadas, os cps foram levados a uma capela e imersos em uma solução de HMDS durante dez minutos para a posterior dessecação dos cps. Em seguida o HMDS foi dispensado e os cps foram deixados na capela por duas horas, permitindo a total volatilização do HMDS.

Com uma gota de esmalte de unha de coloração avermelhada, os cps foram fixados dois a dois nos suportes metálicos (*stubs*), com o intuito de facilitar a manipulação e visualização no MEV. O primeiro corpo de prova (cp) foi fixado com a face oclusal dentinária voltada para cima, enquanto que o segundo cp foi fixado com a face clivada para cima.

Após a fixação nos *stubs*, os corpos de prova foram para uma câmara a vácuo, sendo em seguida metalizados. Os processos descritos foram realizados pelo Sputtering que, devidamente calibrado, formou uma fina camada áurica de 25 nm de espessura.

As faces oclusais e as faces clivadas foram examinadas e fotomicrografadas no MEV Jeol 6100, operando entre 10- 15 KV com diversos aumentos, possibilitando obter uma maior riqueza nos detalhes observados.

4.7 Observação ao MEV

As observações no MEV foram dirigidas para dois aspectos:

1º: Características das Superfícies Desgastadas

Foram realizadas diversas fotomicrografias da face oclusal de superfície dentinária de cada cp, com aumentos variando de 75x a 3500x vezes para visualizar a quantidade de túbulos expostos, características das ranhuras provenientes dos desgastes e da camada de esfregaço.

2º: Avaliação da espessura da camada de esfregaço e comprimento do *smear plug*

Foram realizadas diversas fotomicrografias com aumentos variando de 250x a 3500x da face clivada da superfície dentinária para visualizar a espessura, as características da camada de esfregaço e o comprimento do *smear plug* nos grupos descritos.

5 RESULTADOS

5.1 Características da superfície dentinária desgastada

5.1.1 Dentina desgastada por IADR (Grupo 1)

A superfície de dentina desgastada pelo IADR apresentou-se com ranhuras de profundidade irregular (rasas e profundas) delimitadas, com traçado paralelo e retilíneo. A largura desses sulcos é variável, como pode ser visualizado na figura 5.1.

Neste grupo, a média da largura das ranhuras encontradas na superfície dentinária analisada em fotomicrografias de topo foi de 69.8 μm , sendo que a menor e maior largura da ranhura encontrada foi de 33.3 e 100.6 μm respectivamente.

Na figura 5.2 pode-se visualizar em maior aumento o perfil desses sulcos, confirmando as características já descritas.

5.1.2 Dentina desgastada por CVD rotatório (Grupo 2)

A superfície de dentina desgastada pelo CVD rotatório apresenta-se com ranhuras rasas de profundidade regular (em comparação com o do IADR), bem delimitadas, com traçados paralelos e retilíneos. A largura desses sulcos é regular, como pode ser visualizado na figura 5.3.

Neste grupo, a média da largura das ranhuras encontradas na superfície dentinária analisada em fotomicrografias de topo foi de 123 μm , sendo que a menor e maior largura da ranhura encontrada foi de 100 e 137 μm respectivamente.

Na figura 5.4 pode-se visualizar em maior aumento o perfil desses sulcos.

5.1.3 Dentina desgastada por CVD Tangencial (Grupo 3)

A superfície de dentina desgastada tangencialmente pelo CVD Tangencial apresentou-se com ranhuras rasas de profundidade regular (em comparação com o do IADR), bem delimitadas e paralelas, com traçado curvo acentuando-se nas extremidades, como pode ser visualizado na figura 5.5.

Neste grupo, a média da largura das ranhuras marcadas na superfície dentinária analisada em fotomicrografias de topo foi de 82 μm , sendo que a menor e maior largura da ranhura encontrada foi de 70 e 100 μm respectivamente.

5.1.4 Dentina desgastada por CVD Impacto (Grupo 4)

A superfície de dentina desgastada pela ação do CVD Impacto, apresentou-se com características próprias onde foram formadas ranhuras rasas em forma de lascas de profundidade regular, bem delimitadas e não paralelas, como pode ser visualizado na figura 5.6.

Neste grupo, a média da largura das ranhuras marcadas na superfície dentinária analisada em fotomicrografias de topo foi de 109 μm , sendo que a menor e maior largura da ranhura encontrada foi de 100 e 118 μm respectivamente.

Figura 5.1 – Fotomicrografia de dentina desgastada pos IADR, vista de topo (75)

Figura 5.2 – Fotomicrografia de dentina desgastada por IADR vista de perfil (250x)

Figura 5.3 – Fotomicrografia de dentina desgastada por CVD rotatório, vista de topo (100x)

Figura 5.4 – Fotomicrografia de dentina desgastada por CVD rotatório vista de perfil (200x)

Figura 5.5 - Fotomicrografia de dentina desgastada por CVD Tangencial (ultra-som), vista de topo (75x)

Figura 5.6 - Fotomicrografia de dentina desgastada por CVD Impacto (ultra-som), vista de topo (200x)

5.2 Características da camada de esfregaço

5.2.1 Camada de esfregaço produzida por IADR (Grupo 1)

A ação do IADR sobre a dentina produziu a formação de uma camada de esfregaço com algumas regiões de esfregaço solto. Como já verificado na figura 5.1, os sulcos formados criaram regiões de vales e picos. Nas regiões dos picos aparece um esfregaço contínuo e nas regiões de vales um esfregaço irregular, como pode ser visto na figura 5.7.

Com maior aumento é possível visualizar algumas áreas mais claras com rachaduras no esfregaço que demonstram a localização dos túbulos dentinários, como pode ser visto na figura 5.8.

Na figura 5.9 pode-se visualizar a espessura e a continuidade do perfil da camada de esfregaço, mostrando uma região de pouca aderência da mesma à superfície dentinária.

Neste grupo, a média de espessura da camada de esfregaço encontrada nas fotomicrografias de perfil foi de 6.9 μm , sendo que a menor e maior espessura encontrada foi de 5.5 e 9 μm respectivamente.

Em maior aumento, pode-se visualizar a profundidade de penetração da camada de esfregaço no túbulo dentinário (*smear plug*) (figura 5.10).

Neste grupo, a média de comprimento do *smear plug* nos túbulos dentinários foi de 16.3 μm , sendo que o menor e maior comprimento do *smear plug* encontrado foi de 11.6 e 22 μm respectivamente.

5.2.2 Camada de esfregaço produzida por CVD rotatório (Grupo 2)

A ação do CVD rotatório sobre a dentina originou a formação de uma camada de esfregaço com algumas regiões de pouca aderência, regiões dos picos com esfregaço irregular e regiões dos vales com esfregaço contínuo, como pode ser visto na figura 5.11.

Na figura 5.12, com maior aumento é possível visualizar áreas mais claras com rachaduras no esfregaço que correspondem aos túbulos.

Na figura 5.13, em uma vista de perfil, pode-se visualizar uma fina camada de esfregaço e a presença do *smear plug*.

Neste grupo, a média de espessura da camada de esfregaço analisada em fotomicrografias de perfil foi de 5 μm , sendo que a menor e maior espessura encontrada foi de 3 e 8 μm respectivamente, já a média de comprimento do *smear plug* nos túbulos dentinários analisada em fotomicrografias de perfil foi de 16.6 μm , sendo que o menor e maior comprimento do *smear plug* encontrado foi de 13 e 19 μm respectivamente.

5.2.3 Camada de esfregaço produzida pela ponta diamantada CVD Tangencial (Grupo 3)

A ação da ponta diamantada CVD Tangencial sobre a dentina apresenta-se com esfregaço recobrindo regularmente as regiões de picos e vales, como pode ser visto na figura 5.14. Ainda na mesma figura, as áreas claras correspondem à presença dos túbulos abaixo do esfregaço.

Na figura 5.15, observa-se a formação de uma fina camada de esfregaço e ausência de *smear plug*.

Neste grupo, a média de espessura da camada de esfregaço analisada em fotomicrografias de perfil foi de 2,5 μm , sendo que a menor e maior espessura encontrada foi de 2 e 3 μm respectivamente; já a média de comprimento do *smear plug* nos túbulos dentinários analisada em fotomicrografias de perfil foi de 2,8 μm , sendo que o menor e maior comprimento do *smear plug* encontrado foi de 2 e 4 μm respectivamente.

5.2.4 Camada de esfregaço produzida por CVD Impacto (Grupo 4)

A figura 5.16 é uma vista de topo da dentina desgastada pela ponta diamantada CVD Impacto. A presença de túbulos descobertos induz a existência de uma camada de esfregaço muito fina.

Nas figuras 5.17 e 5.18, pode-se visualizar em maior aumento a pouquíssima formação da camada de esfregaço. Neste grupo, a média de espessura da camada de esfregaço analisada em fotomicrografias de perfil foi de 1,5 μm , sendo que a menor e maior espessura encontrada foi de 1.2 e 1.9 μm respectivamente. Já a média de comprimento do *smear plug* nos túbulos dentinários analisada em fotomicrografias de perfil foi de 2.2 μm , sendo que o menor e maior comprimento do *smear plug* encontrado foi de 1.3 e 2.8 μm respectivamente.

Figura 5.7 - Fotomicrografia de dentina desgastada por IADR, a estrela marca uma região de vale e a esfera uma região de pico das ranhuras em uma vista de topo (500x)

Figura 5.8 - Fotomicrografia de dentina desgastada por IADR, as setas apontam áreas que denotam a localização de túbulos em uma vista de topo (1500x)

Figura 5.9 - Fotomicrografia de dentina desgastada por IADR, a seta aponta uma região da camada de esfregaço solto em uma vista de perfil (1000x)

Figura 5.10 - Fotomicrografia de dentina desgastada por IADR, a seta aponta um *smear* plug, vista de perfil (3500x)

Figura 5.11 - Fotomicrografia da produção da camada de esfregaço em dentina desgastada por CVD rotatório, a estrela marca uma região de vale e a esfera uma região de pico das ranhuras, vista de topo (250x)

Figura 5.12 - Fotomicrografia da produção da camada de esfregaço em dentina desgastada por CVD rotatório destacando áreas esbranquiçadas sugerindo a localização dos túbulos dentinários, vista de topo (1500x)

Figura 5.13 - Fotomicrografia da produção da camada de esfregaço em dentina desgastada por CVD rotatório, a seta aponta o *smear plugem* uma vista de perfil (1500x)

Figura 5.14 - Fotomicrografia da produção da camada de esfregaço em dentina desgastada por CVD Tangencial, mostrando áreas claras que denotam a localização dos túbulos dentinários, vista de topo (350x)

Figura 5.15 - Fotomicrografia da produção da camada de esfregaço em dentina desgastada por CVD Tangencial vista de perfil (3500x)

Figura 5.16 – Fotomicrografia da produção de uma fina camada de esfregaço, expondo alguns túbulos dentinários vista de topo (1500x)

Figura 5.17 – Fotomicrografia da produção da camada de esfregaço, em dentina desgastada por CVD Impacto vista de perfil (1500x)

Figura 5.18 – Fotomicrografia da produção da camada de esfregaço, em dentina desgastada por CVD Impacto vista de perfil (3500x)

Dentre os resultados apresentados, muitos foram expressos numericamente e estão representados na tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Médias (μm) das medidas obtidas dos grupos analisados para características de superfície (ranhura) e para características do esfregaço

Grupos	Média da largura das Ranhuras	Média da espessura da Camada de Esfregaço	Média do comprimento do <i>Smear Plug</i>
IADR	69.8	6.9	16.3
CVD rot	123	5	18
CVDT	82	2.5	2.8
CVDI	109	1.5	2.2
CVD rot = CVD rotatório CVDT = CVD Tangencial CVDI = CVD Impacto			

6 DISCUSSÃO

6.1 Características das superfícies dentinárias desgastadas

As ranhuras produzidas na superfície dentinária durante o desgaste representam uma impressão em negativo do instrumento utilizado (LAUFER; PILO; CARDASH, 1996).

Os 4 grupos (IADR, CVD rotatório, CVD Tangencial e CVD Impacto) estudados apresentaram significativas diferenças nos resultados.

Os grupos preparados com o sistema rotatório, independentemente das características da ponta utilizada (IADR ou CVD rotatório) apresentaram padrões retilíneos e paralelos no traçado, confirmado por Ayad (2001), como pode ser visualizado na figuras 5.1 e 5.3.

Os grupos preparados com o sistema ultra-sônico (CVD Tangencial e CVD Impacto) apresentaram características próprias devido aos movimentos oscilatórios ultra-sônicos serem pendulares, o que gerou dois tipos de ação: o movimento que tangencia a superfície dentinária denominada de ação tangencial e que criou padrões curvos e paralelos, e o movimento que irá de encontro com a superfície dentinária denominada ação de impacto, que gerou um padrão de remoção em lascas.

Os movimentos oscilatórios pendulares ultra-sônicos podem ser visualizados na figura 6.1, onde a letra “a” representa a amplitude do movimento oscilatório

evidenciando uma ligeira curvatura devido à vibração estar partindo de um único ponto, e a letra "b" representa a variação da maior e menor altura da ponta diamantada durante o movimento pendular.

Figura 6.1 – Esquema da ponta diamantada CVD acoplada ao ultra-som evidenciando os movimentos pendulares oscilatórios ultra-sônicos

6.1.1 Dentina desgastada por IADR (Grupo 1)

É importante ressaltar neste grupo as características do IADR, que é formado por um agregado de partículas de pó de diamante a uma haste metálica, técnica descrita por Siegel e Fruanhofer (1998) (figuras 6.2 e 6.3). A fixação do pó de diamante à haste metálica é frágil e deve-se a um antigo processo denominado eletrodeposição metálica

ou solda galvânica (galvanização). Esse pó apresenta-se como partículas de diamante afiladas, geralmente produzidas laboratorialmente. Com o uso, essas partículas podem se desprender inutilizando assim a ponta diamantada. Além desse processo não apresentar forte aderência à haste, uma granulação de diâmetro não padronizada implicará em uma superfície dentinária desgastada, com ranhuras de profundidades irregulares, paralelas e retilíneas, como pode ser visto na figura 5.1, o que já foi observado também por Luz, Garone Netto e Arana Chaves (2001) e Pines, Schulman e Vaidynathan (1981). Devido a grande irregularidade das partículas de diamante do IADR, a largura dessas ranhuras variou bastante - de 33,3 μm e 100,6 μm - com uma média de 69,8 μm , padrões compatíveis com os descritos por Ayad (2001), que demonstrou que essas ranhuras podem chegar a uma média de 100 μm de largura.

6.1.2 Dentina desgastada por CVD rotatório (Grupo 2)

Na fabricação das pontas diamantadas CVD, o diamante “cresce” sobre a ponta ativa da haste metálica e forma uma película contínua, não havendo áreas sem o recobrimento do mineral. A superfície da ponta diamantada CVD apresenta uma rugosidade discreta e padronizada tanto pelas características químicas do diamante quanto pelas características físicas da superfície metálica, apresentando aglomerações de extremidades arredondadas, como pode ser visualizado nas figuras 6.4 e 6.5, aspecto já descrito por Trava-Aioldi et al. (2002); Trava-Aioldi et al. (1996) e Varela et

al. (1996). Essas características da ponta diamantada CVD foram também descritas por Borges et al. (1999), quando compararam os IADR com os CVD rotatórios.

A superfície de dentina desgastada pelo CVD rotatório apresenta-se com ranhuras rasas de profundidade regular, bem delimitadas, com traçados paralelos e retilíneos. A largura dessas ranhuras é regular, entre 100 e 137 μm , com uma média de 123 μm devido à topografia das pontas diamantadas CVD, onde os aglomerados de diamantes têm dimensões semelhantes.

A comparação das figuras 6.2 e 6.3 mostram que as partículas de diamante do IADR possuem menores dimensões que os aglomerados de CVD; por esse motivo a largura média das ranhuras produzidas em dentina foi de 69.8 μm para o IADR e 123 μm para o CVD rotatório.

Figura 6.2 e 6.3 – Fotomicrografias em diferentes aumentos do IADR evidenciando as espículas do pó de diamante que se apresentam de tamanhos irregulares e afiladas

Figura 6.4 e 6.5 – Fotomicrografias em diferentes aumentos da topografia de uma ponta diamantada CVD em diferentes aumentos, imagens mostram características do padrão de formação contínua dos aglomerados de diamante CVD

6.1.3 Dentina desgastada por CVD Tangencial (Grupo 3)

A ação do CVD Tangencial sobre a dentina desenvolveu ranhuras de profundidade regular, bem delimitadas e paralelas, com traçado curvo acentuando-se nas extremidades devido ao movimento pendular produzido pelo ultra-som. A regularidade dessas ranhuras é compatível com a regularidade das aglomerações do diamante formado no processo CVD.

Pioch (2003) concluiu que as ranhuras produzidas em dentina por instrumentos sônicos eram onduladas, o que se assemelha aos resultados obtidos no presente estudo com CVD Tangencial.

Conde (2004) e Conrado et al. (2003) também realizaram comparações entre o aspecto da dentina desgastada por IADR e CVD Tangencial. Concluíram que o CVD Tangencial permitiu superfícies mais lisas e regulares, o que está de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Um aspecto que chama a atenção é das ranhuras formadas em dentina pela CVD Tangencial apresentarem uma largura média de 82 μm , que é inferior à produzida pelo CVD rotatório (123 μm). Esse fato pode ser explicado pela diferença de ação de um instrumento rotatório que entra em íntimo contato com a superfície desgastada, enquanto a ponta diamantada em ultra-som apenas a tangencie com as pontas dos aglomerados de diamante, criando ranhuras mais estreitas.

6.1.4 Dentina desgastada por CVD Impacto (Grupo 4)

A ação do CVD Impacto sobre a dentina removeu lascas de profundidade regular, bem delimitadas e não paralelas (figura 5.6). O movimento pendular que o ultrassom transmite à ponta diamantada CVD, produziu impactos na superfície da dentina causando esse desgaste peculiar. Conde (2004) também observou e descreveu a remoção da dentina em forma de lascas.

A largura média das ranhuras em dentina produzidas pelo CVD Impacto foi de 109 μm , inferior às ranhuras produzidas pelo CVD rotatório (123 μm) e superior às ranhuras produzidas pelo CVD Tangencial (82 μm). Provavelmente a ação de impacto sobre a dentina pelo CVD Impacto promoveu um contato dos aglomerados de diamante maior que no movimento tangencial, entretanto, inferior ao promovido pelos movimentos rotatórios.

6.2 Características da camada de esfregaço

6.2.1 Camada de esfregaço produzida por IADR (Grupo 1)

O esfregaço criado sobre a dentina pela ação de um IADR tem sido bastante estudado por autores como Ayad (2001), Eick et al. (1970), Mader, Baumgartner e Peters (1984), Pashley (1990) e Scott e O'Neil Jr. (1961).

A camada de esfregaço formada pela ação do IADR sobre a dentina apresenta-se irregular, com algumas áreas de pouca aderência, fato já destacado por Czonstkowsky, Wilson e Holstein (1990), Gilboe et al. (1980), Gwinnett (1984) e Luz, Garone-Netto, Arana-Chaves (2001).

A média de espessura de esfregaço criado pelo IADR foi de 6.9 μm , o que é compatível com o descrito por Ayad (2001), Czonstkowsky, Wilson e Holstein (1990) e Pashley (1984). Os autores demonstraram que essa espessura pode chegar até 15 μm e Banerjee, Kidd e Watson (2000) descreveram essa espessura variando de 3 a 10 μm .

Foram produzidos também *smear plug* com comprimento médio de 16.3 μm , resultado confirmado por Pashley (1990), onde demonstra que o comprimento do *smear plug* é mais extenso que a espessura da própria camada de esfregaço do qual é formado simultaneamente durante o desgaste dental, calcando o esfregaço para o interior dos túbulos dentinários. Czonstkowsky, Wilson e Holstein (1990) e Mader, Baumgartner e Peters (1984) relataram que o *smear plug* pode variar de poucos μm até 40 μm , dependendo das condições durante o preparo. Ayad (2001) descreveu que o *smear plug* pode ultrapassar 10 μm de comprimento.

Outro fator importante a ser ressaltado é que quanto maior for a pressão da caneta aplicada ao dente durante a confecção do preparo cavitário, maior será a produção da camada de esfregaço, sendo, portanto, maior o comprimento do *smear plug*.

6.2.2 Camada de esfregação produzida por CVD rotatório (Grupo 2)

O instrumento CVD rotatório produziu uma película de esfregação com média de 5 μm , que foi numericamente inferior à película de esfregação produzida pelo IADR (6.9 μm). Tal ocorrência pode ser confirmada quando se avalia a figura 5.12 (vista de topo do esfregação produzido por CVD rotatório), onde é possível visualizar um maior número de áreas claras (localização de túbulos) do que na figura 5.8 (vista de topo do esfregação produzido por IADR).

Foi produzido *smear plug* com comprimento médio de 18 μm , valores semelhantes aos obtidos com IADR (16.3 μm). É possível supor que esses valores sejam compatíveis em superfícies dentinárias devido à técnica de manuseio e as características do sistema rotatório.

6.2.3 Camada de esfregação produzida por CVD Tangencial (Grupo 3)

A análise da figura 5.14 mostra uma grande quantidade de áreas brancas (localização dos túbulos dentinários) que confirmam a fina espessura da camada de esfregação encontrada, com média de 2.5 μm , valor inferior ao produzido por IADR e CVD rotatório.

O *smear plug* produzido pelo CVD Tangencial apresentou uma média de 2.8 μm de comprimento, valor bem menor que o produzido pelo IADR e o CVD rotatório. O que também foi verificado por Vieira e Vieira (2002), onde fizeram referências a valores menores de espessura da camada de esfregaço para instrumentos CVD utilizados em ultra-som comparados ao IADR.

Ahmad, Ford e Crum (1997), Laird e Walmsley (1991), Pashley et al. (1988), Roy, Ahmad e Crum (1994) e Stephanis, Hatiris e Mourmouras (1998) descreveram que o instrumento movimentado por ultra-som quando imerso em água produz o efeito de cavitação. Desse fenômeno é liberada uma grande quantidade de energia, que em uma cavidade preparada se torna capaz de remover grande parte do esfregaço produzido (CZONSTKOWSKY; WILSON; HOLSTEIN, 1990).

Fenômenos como a cavitação, menor elevação de temperatura, ausência de pressão nas paredes de dentina e os movimentos intermitentes produzidos pelo ultra-som promovem uma menor formação e permanência do esfregaço aderido à dentina, fenômeno descrito por Balamuth (1963) e Postle (1958) o que justifica a menor espessura de esfregaço e menor comprimento do *smear plug* encontrados no presente estudo.

6.2.4 Camada de esfregaço produzida por CVD Impacto (Grupo 4)

Na figura 5.16 podemos visualizar os túbulos dentinários descobertos, o que confirma a pequena espessura de esfregaço de 1.5 μm .

A média de comprimento de *smear plug* encontrado foi de 2.2 μm .

Também neste processo de desgaste de dentina por ultra-som (CVD Impacto) a produção de esfregaço foi menor e os motivos são os mesmos apresentados para o CVD Tangencial.

7 CONCLUSÕES

De acordo com as condições experimentais testadas, foi possível concluir que em relação às:

7.1 Características da superfície dentinária desgastada

7.1.1 Para sistemas rotatórios (IADR e CVD rotatório)

- Os instrumentos diamantados rotatórios criaram ranhuras retilíneas e paralelas, com padrão de traçado semelhante.
- Os IADR formaram ranhuras com grande variação dimensional de profundidade e largura, enquanto os CVD rotatórios criaram ranhuras regulares de profundidade rasa e largura maior.

7.1.2 Para sistemas ultra-sônicos (CVD Tangencial e CVD Impacto)

- Os instrumentos diamantados em ultra-som formaram ranhuras com padrões diferentes.
- O CVD Tangencial produziu ranhura de profundidade rasa, regular com curvatura paralela.
- O CVD Impacto produziu ranhura de profundidade rasa regular em forma de lasca, não paralela.

7.2 Características da camada de esfregaço

7.2.1 Os grupos preparados com sistema rotatório apresentaram as maiores espessuras de camada de esfregaço e maiores comprimentos de *smear plug*.

7.2.2 Os grupos preparados com sistema ultra-sônico apresentaram as menores espessuras de camada de esfregaço e menores comprimentos de *smear plug*.

REFERÊNCIAS¹

Ahmad M, Ford TRP, Crum LAA. Ultrasonic debridement of root canals: Acoustic streaming and its possible role. J Endod 1987;13(10):490-9.

Ayad MF. Effects of rotary instrumentation and different etchants removal of smear layer on human dentin. J Prosthet Dent 2001;85(1):67-72.

Balamuth L. Ultrasonics and dentistry. Sound 1963;2:15-9.

Banerjee A, Kidd EAM, Watson TF. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. J Dent 2000;28(3):179-86.

Borges CFM, Magne P, Pfender E, Heberlein J. Dental diamond burs made a new technology. J Prosthet Dent 1999;82(1):73-9.

Boyer DB, Svare CW. The effect of rotary instrumentation on the permeability of Dentin. J Dent Res 1981;60(6):966-71.

Busslinger A, Lampe K, Beuchat M, Lehmann B. A comparative in vitro study of a magnetostrictive and a piezoelectric ultrasonic scaling instruments. J Clin Periodontol 2001;28(7):642-9.

Catuna MC. Sonic energy: A possible dental application. Preliminary report of an ultrasonic cutting method. Am Dent 1953;12:256-60.

Conde A. Estudo comparativo entre preparo cavitário ultra-sônico e alta rotação. RGO 2004;52(3):169-72.

Conrado LAL, Trava-Airoidi VJ, Corat E, Munin E, Rolim TS. The use of CVD-Coated Diamond bur Coupled to na ultrasound handpiec in dental preparation. Disponível em

¹ De acordo com estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

<http://www.cvd-diamante.com.br/refbibliograficas.htm> em 2003

Cotton WR. Introduction. Oper Dent 1984 3 Suppl:1-2.

Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA. The smear layer in endodontics. Dent Clin N Amer 1990;34(1):13-25.

Dippel HW, Borggreven JMPM, Hoppenbrouwers PMM. Morphology and permeability of dentinal smear layer. J Prosthet Dent 1984;52(5):657-62.

Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen ES. Scanning electron microscopy of cut tooth surface and identification of debris by use of electron microprobe. J Dent Res 1970;49(6):1359-68.

Garone Netto N, Carvalho RCR, Russo EMA, Sobral MAP, Luz MAAC. Introdução à dentística restauradora. São Paulo: Ed Santos; 2003. cap. 10, p. 183-192.

Gilboe DB, Svare CW, Thayer KE, Drennom D. Dentinal smearing: A investigation of the phenomenon. J Prosthet Dent 1980;44(3):310-6.

Guerisoli DMZ, Marchesan AM, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hipoclorite with ultrasonic agitation. Int Endod J 2002;35(5):418-21.

Gwinnett AJ. Smear layer: Morphological considerations. Oper Dent 1984;3 Suppl:3-12.

Hartley JL, Hudson DC, Sweeney WT, Dickson G, Washington DG. Methods for evolution of rotating diamond abrasive dental instruments. JADA 1957;54(5):637-44.

Laird WRE, Walmsley AD. Ultrasound in dentistry. Part 1 biophysical interactions. J Dent 1991;19:14-7.

Lammie GA. The measurement of surface rugnhness fo theeth cut by rotary dental instruments. Br Dent J 1957;103:242-5.

Laufer B, Pilo R, Cardash HS. Surface roughness of tooth shoulder preparations created by rotary instrumentation, hand planning and ultrasonic oscillation. J Prosthet Dent 1996;75(1):4-8.

Lea SC, Landini G, Walmsley AD. Vibrations characteristics of ultrasonic scalers assessed with scanning laser vibrometry. J Dent 2002;30:147-51.

Lima LM. Efetividade de corte das pontas do sistema CVDentus. Estudo *in vitro*. Dissertação de mestrado apresentada à faculdade de Araraquara Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” 2003.

Luz MAAC, Garone Netto N, Arana-Chaves VE. Study of different treatments of the smear layer on different cavity walls. Bull. Group. Int Rech Sci. Stomatol Odontol 2001;43:46-52.

Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. J Endod 1984;10(10):477-83.

Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. Int Endod J 2002;35(7):582-9.

Nielsen AG, Richards J. Application of ultrasonic to the cutting of teeth. J Dent Res 1954;33:698.

Oda S, Nitta H, Setogushi T, Izumi Y, Ishikawa I. Current concepts and advances in manual and power-driven instrumentation. Periodontology 2000 2004;36:45-58.

Pashley DH. Smear layer: Physiological considerations. Oper Dent 1984 Suppl:3:13-29.

Pashley DH. Clinical considerations of microleakage. J Endod 1990;16(2):70-7.

Pashley DH, Tao L, Boyd L, King GE, Horner JA. Scanning electron microscopy of the substructure of smear layers in human dentine. Archs Oral Biol 1988;33(4):265-70.

Pines M, Schulman A, Vaidyanathan TK. SEM evaluation of commercial diamond

stones. J Dent Res 1981;60:437 abst 509.

Pioch T, Garcia-Godoy F, Duschner H, Koch MJ, Staehle H, Dorfer C. Effect of cavity preparation instruments (oscillating or rotating) on the composite – dentin interface in primary teeth. Dent Mat 2003;19:259-63.

Postle HH. Ultrasonic cavity preparation. J Prosthet Dent 1958;8(1):153-60.

Price RB, Sutow EJ. Micrographic and profilometric evaluation of the finish produced by diamond and tungsten carbide finishing burs on enamel and dentin. J Prosthet Dent 1988;60(3):311-6.

Roche HA. The ultrasonic drill. Br Dent J 1954;97(4):96-8.

Roy RA, Ahmad M, Crum LA. Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file. Int Endod J 1994;27:197-207.

Scott DB, O'Neil Jr. The microstructure of enamel and dentine related to cavity preparation. In Adh Rest Dental Mat, ed. Phillips RW 1961:27-37 Spencer, Indiana: Owen Litho Service.

Sekimoto T, Derkson GD, Richardson AS. Effect of cutting instruments on permeability and morphology of the dentin surface. Oper Dent 1999;24(3):130-6.

Siegel SC, Fraunhofer AV. Dentinal cutting: the histological development of diamond burs. JADA 1998;129(6):740-5.

Stefanis CG, Hatiris JG, Mourmouras DE. The process (mechanism) of soluble brittle materials caused by cavitation. Ultrason Sonochem 1997;4:269-71.

Trava-Airoldi V, Corat EJ, Leite NF, Nono MC, Ferreira NG, Baranauskas V. CVD diamond burs – development and applications. Diamond Related Mater 1996;5:857-60.

Trava-Airoldi V, Corat EJ, Santos L, Diniz AV, Moro JR, Leite NF. Very adherent CVD diamond film on modified molybdenum surface. Diamond Related Mater 2002;11:532-5.

Valera MC, Ribeiro JF, Trava-Airoldi VJ, Corat EJ, Peña AFV, Leite NF. Pontas de Diamante – CVD. RGO 1996;44(2):104-8.

Vieira D, Vieira D. Pontas de diamante CVD: Início do fim da alta rotação? JADA – Brasil 2002;5:307-13.

Wahle JJ, Wendt Jr. SL. Dentinal surface roughness: a comparison of tooth preparation techniques. J Prosthet Dent 1993;69(2):160-4.

ANEXO A

Instrumento de Doação de Dentes

Manoel de Paula Pereira, cirurgião-dentista inscrito no CROSP sob nº 6509, com consultório a Rua Vieira de Moraes nº 1446, São Paulo, vem por esta e melhor forma de direito

DOAR

ao CD Manoel Roberto de Paula Macedo, para fins de pesquisa aprovada por Comitê de Ética em Pesquisa, 15 3^{os} Molares, declarando, sob as penas da lei, que os dentes objeto da presente doação foram extraídos por indicação terapêutica, cujos históricos circunstanciados fazem parte dos prontuários dos pacientes de quem se originam, e que se encontram arquivados sob a sua responsabilidade.

São Paulo, 31 de agosto de 2003.

.....
Assinatura

ANEXO B – Parecer do Comitê de Ética

Faculdade de Odontologia
Universidade de São Paulo

PARECER DE APROVAÇÃO **Protocolo 154/04**

O Grupo de Trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa *"Análise comparativa da camada de esfregaço produzido por instrumento abrasivo diamantado rotatório e por ultrassom"*, de responsabilidade do Pesquisador **Manoel Roberto de Paula Macedo**, sob orientação do Prof. Dr. **Narciso Garone Netto**.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 21 de setembro de 2004

Profª Drª **ROSA HELENA MIRANDA GRANDE**
Coordenadora do CEP-FOUSP