

**UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA**

Luciana Monti Lima

**Avaliação da ponta de diamante CVD
(*Chemical Vapor Deposition*) associada ao
aparelho de ultra-som**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas – Área de Odontopediatria, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista para obtenção do título de Doutor em Odontopediatria.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Lourdes dos Santos-Pinto

Araraquara
2008

Lima, Luciana Monti.

Avaliação da ponta de diamante CVD (Chemical Vapor Deposition) associada ao aparelho de ultra-som / Luciana Monti Lima. – Araraquara: [s.n.], 2008.

98 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientadora : Profa. Dra. Lourdes dos Santos-Pinto

1. Ultra-som 2. Preparo da cavidade dentária 3. Resistência à tração 4. Infiltração dentária 5. Polpa dentária. I. Título

Luciana Monti Lima

**Avaliação da ponta de diamante CVD
(*Chemical Vapor Deposition*) associada ao
aparelho de ultra-som**

COMISSÃO JULGADORA

TESE PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM CIÊNCIAS
ODONTOLÓGICAS – ÁREA DE ODONTOPEDIATRIA

Presidente e Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Lourdes dos Santos-Pinto

2º Examinador: Prof^ª. Dr^ª. Roberta Tarkany Basting Hofling

3º Examinador: Prof^ª. Dr^ª. Maria Cristina Borsatto

4º Examinador: Prof^ª. Dr^ª. Angela Cristina Cilense Zuanon

5º Examinador: Prof^ª. Dr^ª. Rita de Cássia Loiola Cordeiro

Araraquara, 25 de abril de 2008.

Dados Curriculares

Luciana Monti Lima

Nascimento	19.02.1977 – Araraquara – S.P.
Filiação	Pedro de Oliveira Lima Maria Celeste Monti Lima
1996-1999	Curso de Graduação – Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP.
2000-2001	Curso de Especialização em Odontopediatria – Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.
2002-2003	Curso de Pós-Graduação em Odontologia, nível de mestrado, área de Odontopediatria – Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.
2005-2008	Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, nível de doutorado, área de Odontopediatria – Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP.
Associações	Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica – SPPqO

Agradecimentos Especiais

À Deus, pela minha família, pela minha saúde e por Sua sabedoria que sempre me guia nas tomadas de decisão e diante das dificuldades.

Aos meus queridos pais, Pedro e Celeste e minha família, pelo alicerce, pela união, amor incondicional e pelo apoio durante mais esta etapa de minha vida.

Ao meu querido esposo, Alejandro, pela paciência, apoio, carinho e cumplicidade, e por me mostrar que há um propósito maior em nossas vidas, que é simplesmente estarmos juntos.

Ao meu sogro, Alejandro, e sogra, Gladys, e família, pelo incentivo que sempre me transmitem e por me acolherem com tanto carinho nesta minha nova família.

Aos meus queridos sobrinhos, Isabelle, Vinícius, João Victor, Gabrielle e Isabelly, por me servirem como fonte de inspiração e me mostrarem com seus simples gestos, a felicidade em sua forma mais pura.

À minha amiga e orientadora, Tuka, pelas oportunidades proporcionadas, pelos ensinamentos e pelo incentivo e otimismo durante todos estes anos de convivência. É um privilégio tê-la como orientadora e exemplo durante minha formação para a docência, e espero ter absorvido pelo menos parte de sua competência profissional.

Aos pacientes que participaram deste estudo, pela disponibilidade, confiança e respeito demonstrados durante todas as etapas em que foram solicitados.

Muito obrigada!

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, na pessoa de sua Diretora Prof^ª. Dr^ª. Rosemary Adriana Chiérici Marcantonio, pelo acolhimento, dando-me a oportunidade de ampliar meus conhecimentos.

À FAPESP pelo apoio financeiro que possibilitou a realização e conclusão deste estudo.

Aos queridos docentes da Disciplina de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, Prof^ª. Dr^ª. Ângela Cristina Cilense Zuanon, Prof. Dr. Cyneu Aguiar Pansani, Prof^ª. Dr^ª. Elisa Maria Aparecida Giro, Prof. Dr. Fábio César de Abreu-e-Lima, Prof^ª. Dr^ª. Josimeri Hebling Costa, Prof^ª. Dr^ª. Lourdes dos Santos-Pinto e Prof^ª. Dr^ª. Rita de Cássia Loiola Cordeiro, pela agradável convivência e conhecimentos compartilhados.

À querida amiga e companheira de pesquisa, Cristiane Motisuki, pelos anos de parceria, repletos de saudáveis discussões e momentos de descontração.

À querida amiga Michele Baffi Diniz, pela participação na execução de parte deste estudo, pelo apoio, amizade e companhia durante todos esses anos de convívio.

Aos amigos de turma do curso de Pós-graduação em Ciências Odontológicas, área de Odontopediatria, nível Doutorado, da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, Andreza, Emi, Érica, Fábio, Fernanda, Hermes, Jonas, Junia e Murilo, pelos bons momentos de convivência e pelas trocas de conhecimento.

Aos demais colegas do Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, alunos dos cursos de Mestrado e Doutorado em Ciências Odontológicas, pelo convívio e experiências compartilhadas.

Aos queridos funcionários do Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, Célia, Cris, Dulce, D. Odete, Pedrinho, Soninha, Tânia e Totó pela solicitude e agradável convivência que direta ou indiretamente contribuíram neste estudo.

Ao Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, em especial à Prof^a. Dr^a. Lizeti Toledo de Oliveira Ramalho, pela disposição, orientação e ensinamentos transmitidos durante a realização deste estudo.

Ao técnico do laboratório do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, Luiz Antonio Potenza, pelo carinho, dedicação e auxílio durante a confecção das lâminas histológicas.

Aos demais colegas, alunos de pós-graduação, funcionários e técnicos do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, pela simpatia e solicitude.

Ao Departamento de Fisiologia e Patologia, especialmente ao técnico de laboratório, José Antonio Sampaio Zuanon, pelo acolhimento, disposição e auxílio durante a utilização do microscópio óptico.

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, Adriano, Ceres, Eliane Cristina, Eliane Maria, Maria Aparecida, Maria Inês, Maria Helena, Marley, Odete e Silvia por

prontamente ajudarem durante todo o processo e especialmente na finalização deste trabalho.

Aos funcionários da secretaria de Pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, Mara, Rosângela, José Alexandre e Flávia, pela simpatia e disposição no auxílio à organização da documentação necessária.

Aos Professores do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, Prof. Dr. Gelson Luis Adabo, Prof. Dr. Carlos Alberto dos Santos Cruz e Prof. Dr. Luis Geraldo Vaz, pela disposição na orientação, auxílio e empréstimo dos equipamentos do laboratório deste departamento.

À Faculdade de Odontologia das Faculdades Unificadas da Fundação Educacional de Barretos (FEB), especialmente à Prof^ª. Dr^ª. Marlei Aparecida Seccani Galassi, pelo apoio durante a execução de parte deste estudo.

Ao Núcleo de Apoio à Pesquisa/Microscopia Eletrônica Aplicada à Pesquisa Agropecuária – ESALQ/USP, na pessoa do Prof. Dr. Elliot Watanabe Kitajima, pelos ensinamentos e por permitir a utilização do microscópio eletrônico de varredura.

À todos aqueles que no decorrer desta etapa, deixaram sua contribuição,

Muito obrigada!

Poema da Paz

O dia mais belo? Hoje
A coisa mais fácil? Equivocar-se
O obstáculo maior? O medo
O erro maior? Abandonar-se
A raiz de todos os males? O egoísmo
A distração mais bela? O trabalho
A pior derrota? O desalento
Os melhores professores? As crianças
A primeira necessidade? Comunicar-se
O que mais faz feliz? Ser útil aos demais
O mistério maior? A morte
O pior defeito? O mau humor
A coisa mais perigosa? A mentira
O sentimento pior? O rancor
O presente mais belo? O perdão
O mais imprescindível? O lar
A estrada mais rápida? O caminho correto
A sensação mais grata? A paz interior
O resguardo mais eficaz? O sorriso
O melhor remédio? O otimismo
A maior satisfação? O dever cumprido
A força mais potente do mundo? A fé
As pessoas mais necessárias? Os pais
A coisa mais bela de todas? O amor

Madre Teresa de Calcutá

“A vida não é um corredor reto e tranqüilo que nós percorremos livres e sem empecilhos, mas um labirinto de passagens, pelas quais nós devemos procurar nosso caminho, perdidos e confusos, de vez em quando presos em um beco sem saída. Porém, se tivermos fé, uma porta sempre será aberta para nós, não talvez aquela sobre a qual nós mesmos nunca pensamos, mas aquela que definitivamente se revelará boa para nós.”

A. J. Cronin

Sumário

<i>RESUMO</i>	12
<i>ABSTRACT</i>	14
<i>INTRODUÇÃO</i>	16
<i>PROPOSIÇÃO</i>	19
<i>ARTIGO 1</i>	21
<i>ARTIGO 2</i>	40
<i>ARTIGO 3</i>	66
<i>CONSIDERAÇÕES FINAIS</i>	91
<i>REFERÊNCIAS</i>	94
<i>ANEXOS</i>	98

Lima LM. Avaliação da ponta de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) associada ao aparelho de ultra-som [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2008.

Dentre os instrumentos de corte alternativos aos rotatórios de baixa e alta rotação que foram introduzidos na Odontologia, o uso do ultra-som associado à ponta de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) vem apresentando desempenho positivo, especialmente em relação à preservação da estrutura dentária e à satisfação dos pacientes. Diante de uma tecnologia ainda pouco explorada, o objetivo deste estudo foi avaliar a efetividade da ponta de diamante CVD em ultra-som, buscando evidências científicas que suportem a sua utilização no tratamento odontológico, por meio de 3 artigos seqüenciais. Estes artigos abordaram as implicações desta nova técnica de preparo cavitário na efetividade de corte de esmalte e dentina, na resistência de união por microtração e microinfiltração de restaurações de resina composta e na resposta do complexo dentino-pulpar de dentes humanos, tendo como grupo controle a ponta diamantada convencional associada à turbina de alta rotação. Os resultados evidenciaram que os preparos cavitários em esmalte e dentina confeccionados com ponta de diamante CVD em ultra-som foram mais conservadores do que os preparos com a ponta diamantada em alta rotação. As restaurações em resina composta confeccionadas após o preparo cavitário com a ponta de diamante CVD em ultra-som apresentaram valores de resistência de união significativamente maiores, no entanto, a microinfiltração nas margens em esmalte e dentina não foram diferentes entre os instrumentos de corte. Além disso, não foram observadas características de inflamação nas respostas pulpares após a utilização de ambos os instrumentos de corte, apenas uma discreta a moderada desorganização celular.

Descritores: Ultra-som; preparo da cavidade dentária; resistência à tração; infiltração dentária; polpa dentária

Lima LM. Evaluation of CVD (*Chemical Vapor Deposition*) diamond tip coupled to ultrasound device [Tese de Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2008.

The CVD (Chemical Vapor Deposition) diamond tip coupled in ultrasound device by means of a specific connector has been an alternative to conventional diamond bur in high-speed. Besides the few scientific evidences, this new technology has been used in dental offices with good results, especially regarding the preservation of dental tissues and patient's satisfaction. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of the CVD diamond tip in ultrasound on dental treatment, through 3 sequential articles. These articles evaluated the implications of this new cavity preparation technique in enamel and dentin cutting effectiveness, in microtensile bond strength and microleakage of composite resin restorations, and in dentin-pulp complex response of human teeth, having the high-speed conventional diamond bur as control group. The results showed that the cavity preparations made by CVD diamond tip in enamel and dentin were more conservative than those prepared by conventional diamond bur. The resin composite restorations placed after cavity preparation with CVD diamond tip in ultrasound showed significantly higher bond strength values, however, the microleakage in enamel and dentin margins were similar for both cutting instruments. Besides, pulp response for both instruments did not show inflammatory characteristics, only a discrete or moderate cellular disorganization.

Descriptors: Ultrasonics; dental cavity preparation; tensile strength; dental leakage; dental pulp

O instrumento rotatório cortante mais comum na Odontologia é a ponta diamantada, formada por uma haste de metal altamente resistente, tal como o aço ou aço-inox, onde pequenas lacunas alojam lascas de diamante. O método utilizado para ligar as partículas de diamante à matriz metálica das lacunas é o de codeposição eletrolítica do diamante natural ou sintético, podendo ser utilizado também métodos alternativos como a soldagem, a aglomeração e a utilização de adesivos^{7,14}. Estas tecnologias de confecção das pontas diamantadas convencionais apresentam limitações devido à heterogeneidade no formato das partículas de diamante e à dificuldade de automação em sua fabricação, fatores que conferem uma baixa durabilidade às mesmas^{2,8,14}. Além disso, repetidas esterilizações dessas pontas diminuem sua efetividade de corte, uma vez que afetam o componente que une as partículas de diamante à haste metálica causando a perda destas partículas².

A possibilidade de solucionar estes problemas surgiu com as pontas odontológicas de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*), desenvolvidas no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE - São José dos Campos, SP - Brasil) em 1998 com o apoio da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). A tecnologia CVD de obtenção de diamante utiliza gases, como o metano, que na presença de uma alta concentração de hidrogênio dentro de um reator específico, sofrem algumas interações físico-químicas depositando uma camada contínua de diamante sobre uma haste metálica de molibdênio, sem a necessidade de métodos para promover adesão¹⁵. Inicialmente estas pontas foram associadas à turbina de alta rotação e apresentaram resultados satisfatórios quando comparadas às pontas diamantadas convencionais, diante de sua excelente

efetividade de corte associada à sua alta resistência ao desgaste, conferindo-lhes maior durabilidade².

Diante da forte aderência do diamante à haste metálica foi proposta a utilização das pontas de diamante CVD associadas ao aparelho de ultra-som, uma vez que a camada contínua de diamante formada seria capaz de resistir aos movimentos oscilatórios gerados pelo ultra-som. Desde então, estudos vêm avaliando a ponta de diamante CVD em ultra-som quanto às suas características de corte^{9,13}, sua durabilidade¹³, seus efeitos sobre a estrutura dentinária^{10,11}, seu comportamento durante procedimentos clínicos^{1,4,5}, sua influência nos procedimentos restauradores^{3,6,16} e a satisfação dos profissionais que utilizam este instrumento de corte¹².

Apesar de alguns destes estudos terem evidenciado aspectos promissores para a utilização destas pontas no tratamento odontológico, ainda existem controvérsias nos resultados e as informações para um entendimento completo de seu funcionamento e de seus efeitos sobre os tecidos dentários ainda são limitadas. Diante disso, o objetivo deste estudo foi contribuir na busca por evidências científicas que suportem a utilização das pontas de diamante CVD em ultra-som no tratamento odontológico, para que profissionais e pacientes possam estar seguros ao optarem por este instrumento de corte alternativo.

PROPOSIÇÃO GERAL

Estudar a efetividade da utilização das pontas de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) associadas ao aparelho de ultra-som no tratamento de dentes humanos, por meio de experimentos apresentados sob a forma de 3 artigos científicos a serem submetidos para publicação.

PROPOSIÇÕES ESPECÍFICAS

- ⇒ Artigo 1: Avaliar a efetividade da ponta de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) em ultra-som e da ponta diamantada convencional em alta rotação no corte de esmalte e dentina de dentes humanos.

- ⇒ Artigo 2: Avaliar a resistência de união por microtração à dentina e microinfiltração de restaurações de resina composta confeccionadas em dentes humanos após tratamento com ponta de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) em ultra-som e ponta diamantada convencional em alta rotação.

- ⇒ Artigo 3: Avaliar a reação do complexo dentino-pulpar de dentes humanos após preparo cavitário com ponta de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) em ultra-som e ponta diamantada convencional em alta rotação.



ARTIGO 1

**Efetividade de corte da ponta de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*)
e da ponta diamantada convencional.**

**Cutting effectiveness of CVD (*Chemical Vapor Deposition*) diamond tip and
conventional diamond bur.**

Luciana Monti Lima¹

Cristiane Motisuki¹

Evaldo Jose Corat²

Lourdes dos Santos-Pinto¹

¹ Departamento de Clínica Infantil – Faculdade de Odontologia de Araraquara –
UNESP, Araraquara, São Paulo, Brasil

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, São
Paulo, Brasil.

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi comparar a efetividade da ponta de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) acoplada ao aparelho de ultra-som com a ponta diamantada convencional em alta rotação no corte de esmalte e dentina de dentes humanos. Vinte molares permanentes foram seccionados longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual fornecendo 40 espécimes, 20 para o corte do esmalte e 20 para dentina. Em cada espécime foi confeccionado um preparo cavitário utilizando-se ponta esférica de diamante CVD (83231, CVDentus[®]) acoplada ao ultra-som ou ponta diamantada esférica em alta rotação (1013, KG Sorensen). A largura e a profundidade das cavidades foram medidas em fotomicrografias obtidas em microscopia eletrônica de varredura, utilizando o programa Radiocef 4.0 (Radiocef Memory). A análise estatística pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e método de Dunn ($p \leq 0,05$) evidenciou que os preparos cavitários em esmalte e dentina confeccionados com a ponta de diamante CVD foram mais estreitos e mais rasos do que aqueles preparados pela ponta diamantada em alta rotação. Ambos os instrumentos foram efetivos no corte de esmalte e dentina de dentes humanos; no entanto, a ponta de diamante CVD acoplada ao aparelho de ultra-som apresentou características de corte mais conservadoras do que a ponta diamantada convencional em alta rotação.

DESCRITORES: Ultra-som; diamante; preparo da cavidade dentária; instrumentos odontológicos

ABSTRACT

The aim of this *in vitro* study was to compare the cutting effectiveness of the CVD (Chemical Vapor Deposition) diamond tip coupled to ultrasound device with that of a high-speed conventional diamond bur in enamel and dentin of human teeth. Twenty permanent molars were longitudinally sectioned in the buccal-lingual plane giving 40 specimens, 20 for enamel and 20 for dentin groups. One cavity was performed in each specimen using a spherical CVD diamond tip (83231, CVDentus) coupled to ultrasound device or a high-speed conventional spherical diamond bur (1013, KG Sorensen). A modified measurement analysis using the Radiocef 4.0 software (Radiocef Memory) was applied to determine the width and the depth of the cavities on SEM micrographs. Statistical analysis by Kruskal-Wallis non-parametric and Dunn *post hoc* tests ($p \leq 0.05$) showed that cavities prepared in enamel and dentin with the CVD diamond tip were shallower and narrower than those prepared with conventional diamond bur. Both instruments were effective in enamel and dentin cutting; however, the CVD diamond tip coupled to ultrasound device showed more conservative characteristics than the high-speed conventional diamond bur.

DESCRIPTORS: Ultrasonics; diamond; dental cavity preparation; dental instruments

INTRODUÇÃO

No final do século XIX surgiu o primeiro instrumento rotatório cortante utilizado na Odontologia, a ponta diamantada, formada por uma haste altamente resistente de aço ou aço-inox, onde pequenas lacunas ou depressões alojam lascas de diamante fixadas por meio de um procedimento adesivo^{1,2}. Desde então, estas pontas desempenham um papel fundamental no tratamento restaurador odontológico, no entanto, sua associação à alta rotação desagradava aos pacientes diante do alto ruído e desconforto gerados^{3,4}. Além disso, estas pontas apresentam baixa durabilidade devido à heterogeneidade no formato das partículas de diamante e à dificuldade de automação em sua fabricação^{2,5,6}.

Quase um século mais tarde, foram introduzidas no mercado odontológico as pontas de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) obtidas pela técnica de deposição química a vapor de uma camada contínua de diamante sobre uma haste metálica de molibdênio sem a necessidade de métodos para promover adesão. Diante da forte aderência do diamante formado na haste metálica, foi proposta a utilização destas pontas em ultra-som, uma vez que estas seriam capazes de resistir aos movimentos oscilatórios gerados por este aparelho. Desta forma, surgiu uma técnica alternativa para o corte do tecido dentário, com a proposta de minimizar o ruído e o desconforto causados pela alta rotação^{7,8}.

A busca pelo instrumento de corte ideal é uma constante na Odontologia, por isso cada nova alternativa deve ser completamente entendida e comprovada cientificamente. Estudos prévios demonstraram as características de corte das pontas de diamante CVD^{6,8,9}, sua durabilidade⁹, seus efeitos sobre a estrutura

dentinária¹⁰⁻¹², seu comportamento clínico durante preparos cavitários ultraconservadores¹³⁻¹⁵ e a satisfação dos profissionais que utilizam este novo instrumento de corte¹⁶, evidenciando aspectos promissores para sua utilização na clínica odontológica.

A busca por mais evidências científicas que suportem a utilização das pontas de diamante CVD acopladas ao aparelho de ultra-som motivou este estudo *in vitro* que compara, em dentes humanos, a efetividade deste novo instrumento de corte com a ponta diamantada convencional utilizada em alta rotação. A hipótese nula a ser testada é de que não há diferença nos tamanhos das cavidades confeccionadas com ambos os instrumentos.

MATERIAL E MÉTODO

A efetividade de corte da ponta de diamante CVD esférica (83231, CVDentus[®], CVDVale, São José dos Campos, SP, Brasil) acoplada por meio de um conector específico ao aparelho de ultra-som (Prof I Ceramic, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) foi comparada com a ponta diamantada esférica convencional (1013, KG Sorensen, São Paulo, Brasil) acoplada à turbina de alta rotação (Figura 1). Vinte terceiros molares livres de cárie foram utilizados neste estudo *in vitro*. Os dentes foram obtidos de adultos jovens (idades variando de 17 a 23 anos) que leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido especialmente elaborado para este estudo e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP (Protocolo número 20/02).

Os critérios de inclusão dos dentes no experimento foram a ausência de faces proximais com trincas, manchas brancas, anomalias ou cavidades de cárie observadas por inspeção visual. Após a extração, os dentes selecionados foram raspados com cureta periodontal, limpos por profilaxia com pedra pomes e água, lavados e armazenados em solução de timol a 0,1% com a finalidade de inibir eventual atividade bacteriana¹⁷.

Para o início do experimento, os dentes tiveram suas raízes removidas e as coroas seccionadas longitudinalmente em sua porção central no sentido vestibulo-lingual utilizando-se a máquina de corte Isomet 1000 (Buehler[®], Lake Bluff, IL, USA). Em seguida, todos os dentes seccionados foram fixados em blocos de resina acrílica auto-polimerizável (OrtoClass[®] - Clássico Ltda., Campo Limpo Paulista, SP, Brasil), deixando-se as faces proximais em esmalte ou a superfície da dentina interna expostas. Os 40 espécimes foram aleatoriamente distribuídos em 2 diferentes grupos (n=20) de acordo com o tipo de substrato (esmalte ou dentina) e cada grupo foi subdividido em 2 subgrupos (n=10) de acordo com o tipo de instrumento de corte (ponta de diamante CVD acoplada ao aparelho de ultra-som e ponta diamantada convencional em alta rotação).

Em cada espécime foi confeccionada uma cavidade padronizada por meio de um equipamento laboratorial eletro-mecânico que controlava tanto o espécime quanto os instrumentos de corte⁸. Diferente do que ocorre durante o procedimento clínico, o movimento para a obtenção do corte é dado pelo espécime, estando o instrumento de corte fixado e posicionado perpendicularmente à superfície do espécime. Os espécimes foram padronizados quanto à velocidade de sua

movimentação contra as pontas (5,3mm/s), ao trajeto deste movimento (3,5mm), a pressão vertical (0,012KgF) e o tempo do preparo cavitário (30s)⁸. A contagem do tempo de preparo era iniciada no momento em que a superfície do dente tocava os instrumentos de corte e a cada 5 preparos cavitários estes eram trocados por outros novos. O aparelho de ultra-som foi operado a 26kHz de frequência oscilatória, poder acústico de 24W com 50% da amplitude total de vibração da ponta sob irrigação mínima. A turbina de alta rotação foi operada com 380.000 rpm com 70psi de pressão de ar refrigerado.

Após a confecção dos preparos cavitários, as cavidades foram seccionadas na máquina de corte para obtenção de duas amostras do contorno das cavidades que foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura (JSM, 5600LV; JEOL, USA, Inc, Peabody, Mass) (Figura 2). As características das cavidades, o aspecto morfológico de suas paredes e ângulos internos, assim como as características dos instrumentos de corte utilizados neste estudo também foram analisados em microscopia eletrônica de varredura. (Figuras 3 e 4).

As fotomicrografias do perfil das cavidades obtidas em MEV foram transferidas para um computador e digitalizadas no programa Radiocef 4.0 (Radiocef Memory Ltda, Belo Horizonte, MG, Brasil) para a determinação das medidas de largura e profundidade⁸. Diante da distribuição não-normal de alguns grupos evidenciada pelo teste de normalidade Shapiro-Wilk ($p < 0,05$), os resultados foram analisados pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e pelo método de comparações múltiplas de Dunn ao nível de significância de 5% para identificar diferenças entre os grupos.

RESULTADOS

Os valores das médias e desvios-padrão das medidas de largura e profundidade das cavidades de todos os grupos experimentais, assim como os resultados da análise estatística, a qual mostra os resultados das comparações par a par e as diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, estão resumidos na Tabela 1. Embora os instrumentos de corte tenham o mesmo diâmetro (1,0mm), medido com um paquímetro digital (Model CD-6BS; Mitutoyo, Tokyo, Japan), foi observado significativamente que a ponta diamantada convencional promoveu cavidades mais largas e mais profundas em esmalte e dentina do que a ponta de diamante CVD.

Tabela 1. Médias e desvios-padrão das larguras e profundidades das cavidades e resultado da comparação entre os grupos experimentais

Tecido Dentário	Tipo de ponta	Largura(μm)	Profundidade(μm)
Esmalte	CVD	767,90 \pm 86,97 A	131,00 \pm 29,25 a
	Convencional	1059,30 \pm 83,93 B	313,70 \pm 74,39 b
Dentina	CVD	882,83 \pm 350,40 A	211,05 \pm 45,01 c
	Convencional	1013,70 \pm 106,49 B	365,50 \pm 146,20 b

Letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis e método de Dunn ($p < 0,05$).

Em relação à largura das cavidades, a ponta de diamante CVD produziu cavidades com medidas similares em esmalte e dentina. Esta mesma característica de corte foi observada nas cavidades preparadas pela ponta diamantada convencional. No entanto, ao comparar os instrumentos de corte, a ponta

diamantada convencional produziu cavidades 27% mais largas em esmalte e 13% mais largas em dentina do que a ponta de diamante CVD.

Quanto à profundidade, enquanto a ponta diamantada convencional manteve a mesma efetividade de corte para ambos os tecidos, a ponta de diamante CVD promoveu cavidades 38% mais rasas em esmalte. Na comparação entre os instrumentos de corte, constatou-se que a ponta diamantada convencional produziu cavidades 58% mais profundas em esmalte e 42% mais profundas em dentina do que a ponta de diamante CVD.

Todos os preparos cavitários confeccionados em esmalte e dentina por ambos os instrumentos de corte apresentaram ângulos cavo-superficiais bem definidos (Figura 2). As características morfológicas das cavidades e dos instrumentos utilizados analisados em microscopia eletrônica de varredura evidenciaram que as paredes internas das cavidades preparadas em dentina pela ponta de diamante CVD reproduziram fielmente o aspecto superficial do diamante formado na ponta (Figura 3), assim como evidentes ranhuras foram observadas nas paredes internas da dentina preparada pela ponta diamantada convencional, correspondendo ao formato pontiagudo das partículas de diamante destas pontas (Figura 4).

DISCUSSÃO

O sucesso dos procedimentos restauradores depende entre outros fatores da qualidade da superfície dentária remanescente, assim como de seu contorno e acabamento. Os resultados do presente estudo mostraram que tanto a ponta de

diamante CVD acoplada ao aparelho de ultra-som quanto a ponta diamantada convencional em alta rotação foram efetivas no corte de esmalte e dentina em dentes humanos, no entanto, a ponta diamantada convencional apresentou características mais invasivas. Estes resultados podem ser atribuídos às diferenças entre os princípios de corte (rotação e oscilação) dos instrumentos avaliados, os tipos de diamante (lascas e pedra única) de suas pontas ativas, os módulos de elasticidade e às composições do esmalte e da dentina^{6,18,19}.

As cavidades preparadas pela ponta de diamante CVD foram mais estreitas e mais rasas do que aquelas preparadas pela ponta diamantada em alta rotação, tanto no esmalte quanto na dentina. Provavelmente, o movimento ultra-sônico que promove a movimentação oscilatória da ponta ativa, não permitiu a ampliação da cavidade em relação à largura. Uma vez que o corte ocorre com o impacto da ponta ativa na parede da cavidade, possivelmente durante os preparos cavitários a porção da ponta ativa que não foi pressionada contra a estrutura dentária durante a oscilação da ponta, apenas alisou a superfície cortada, sem ampliá-la. Além disso, o fato de a ponta de diamante CVD ter sido mais lenta no tempo estabelecido (30s) para o corte, esta não atingiu seu maior diâmetro em lateralidade, resultando em cavidades mais estreitas.

A ponta diamantada convencional foi igualmente eficiente no corte dos dois tecidos dentários, no entanto, a ponta de diamante CVD promoveu cavidades mais profundas em dentina do que em esmalte. Provavelmente, este resultado está relacionado às diferenças nas composições e nos módulos de elasticidade destes tecidos. Além de o esmalte ser constituído de mais minerais do que a dentina

(99% no esmalte e 70% na dentina)¹⁸, segundo Anusavice¹⁹ (1998) enquanto o esmalte apresenta módulo de elasticidade de 46 GPa a 48 GPa, a dentina apresenta valores variando de 12 GPa a 14 GPa. Sendo assim, diante do fato do esmalte ser um tecido mais rígido do que a dentina, este pode ter limitado o movimento oscilatório dado pelo ultra-som.

Nos primeiros estudos realizados com a ponta de diamante CVD, esta foi associada à turbina de alta rotação demonstrando que a superfície contínua e homogênea deste diamante proporciona alta resistência ao desgaste, promovendo excelentes resultados no corte de amostras de vidro e dente quando comparada aos instrumentos diamantados convencionais⁶. Em contrapartida, em nosso estudo, a associação da ponta de diamante CVD ao aparelho de ultra-som mostrou um padrão de corte mais conservador do que o da ponta diamantada convencional, assim como evidenciaram Lima et al.⁸ (2006) ao avaliarem as características das pontas de diamante CVD em ultra-som segundo o formato da ponta ativa e variando-se o movimento dado pelo ultra-som no corte de dentes humanos.

Predebon et al.⁹ (2007) observaram também que em cavidades preparadas na face vestibular de incisivos bovinos, as pontas diamantadas convencionais produziram cavidades mais profundas do que as pontas de diamante CVD, corroborando com os resultados dos preparos cavitários confeccionados em dentes humanos do presente estudo. Além disso, ao avaliarem o comportamento desses instrumentos durante e após 10 preparos cavitários, estes autores constataram que as pontas de diamante CVD apresentaram maior durabilidade, além de produzirem cavidades mais homogêneas do que as pontas diamantadas convencionais.

As paredes internas das cavidades preparadas por ambos os instrumentos diamantados apresentaram algumas irregularidades (Figuras 3 e 4) provavelmente seguindo a própria diferença de tamanho e morfologia dos cristais de diamante, no entanto, não apresentaram ângulos cavo superficiais agudos (Figura 2). Em um aumento de 350X, o preparo cavitário confeccionado pela ponta de diamante CVD revelou uma rugosidade uniforme das paredes internas em dentina semelhante ao aspecto superficial da ponta (Figura 3). Durante o processo de corte, uma “impressão negativa” da superfície da ponta foi transferida para a superfície do dente, como já demonstrado por Lima et al.⁸ (2006). Esta característica comprova a precisão de corte produzida pelas pontas de diamante CVD acopladas ao aparelho de ultra-som, reproduzindo na superfície do dente o formato do cristal de diamante CVD.

A satisfação dos profissionais que optaram pelas pontas de diamante CVD como método alternativo à alta rotação, está cada vez mais evidente. Predebon et al.¹⁶ (2006), ao entrevistarem profissionais que utilizam estas pontas em seus consultórios, observaram que aproximadamente 50% dos entrevistados consideram que o preparo realizado com estas pontas é mais conservador do que aquele preparado pela ponta diamantada convencional em alta rotação. Além disso, Carvalho et al.¹⁴ (2007), num relato de casos clínicos, apresentaram benefícios da utilização das pontas de diamante CVD acopladas ao aparelho de ultra-som no tratamento de lesões de cárie incipientes. Os autores sugeriram que este instrumento de corte oferece uma alternativa promissora para remoção de

tecido cariado quando um preparo ultraconservador é necessário, além de permitir um tratamento odontológico menos doloroso e apresentar mínimo ruído.

Com o advento dos materiais restauradores adesivos e subsequente desenvolvimento de preparos cavitários minimamente invasivos, muitos instrumentos de corte foram introduzidos no mercado odontológico e a ponta de diamante CVD acoplada em ultra-som mostrou em nosso estudo que apresenta propriedades de corte muito favoráveis para esta nova filosofia de preservação de estrutura dentária sadia, além disso, é um instrumento que não exige do profissional um treinamento extenso, nem necessita de modificação na técnica restauradora.

CONCLUSÃO

A ponta de diamante CVD em ultra-som apresentou características de corte mais conservadoras do que a ponta diamantada convencional em alta rotação no corte de dentes humanos. Sendo assim, acredita-se que a ponta de diamante CVD em ultra-som é um método alternativo para o corte de tecido dentário, oferecendo perspectivas promissoras no tratamento minimamente invasivo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro dado para este estudo (processo 05/01277-0).

REFERÊNCIAS

1. Grajower R, Zeitchick A, Rajstein J. The grinding efficiency of diamond burs. *J Prosthet Dent.* 1979; 42: 422-8.
2. Siegel SC, Von Fraunhofer A. Dental cutting: The historical development of diamond burs. *J Am Dent Assoc.* 1998; 129: 740-5.
3. Van De Waa CD. High speed rotary instruments in operative dentistry: review of the literature. *J Am Dent Assoc.* 1956; 53: 298-304.
4. Malmström HS, Chaves Y, Moss ME. Patient preference: conventional rotary handpieces or air abrasion for cavity preparation. *Oper Dent.* 2003; 28: 667-71.
5. Hartley JL, Hudson DC, Sweeney WT, Dickson G. Methods for evaluation of rotating diamond-abrasive dental instruments. *J Am Dent Assoc.* 1957; 54: 637-44.
6. Borges CFM, Magne P, Pfender E, Heberlein J. Dental diamond burs made with a new technology. *J Prosthet Dent.* 1999; 82: 73-9.
7. Trava-Airoldi VJ, Corat EJ, Santos LV, Diniz AV, Moro JR, Leite NF. Very adherent CVD diamond film on modified molybdenum surface. *Diamond and Related Materials.* 2002; 11: 532-5.
8. Lima LM, Motisuki C, Santos-Pinto L, Santos-Pinto A, Corat EJ. Cutting characteristics of dental diamond burs made with CVD technology. *Braz Oral Res.* 2006; 20: 155-61.
9. Predebon JC, Lima LM, Flório FM, Santos-Pinto L, Basting RT. Micromorphologic assessment of CVD (Chemical Vapor Deposition) and

- conventional diamond tips and their cutting effectiveness. *J Mater Sci.* 2007; 42: 8454-60.
10. Martins MEL, Faria MR, Matson MR. Análise micromorfológica da dentina humana condicionada por primer autocondicionante variando-se a técnica de preparo: ponta diamantada, broca carbide e ponta CVDentus. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2006; 6:161-6.
 11. Vieira AS, Santos MP, Antunes LA, Primo LG, Maia LC. Preparation time and sealing effect of cavities prepared by an ultrasonic device and a high-speed diamond rotary cutting system. *J Oral Sci.* 2007; 49: 207-11.
 12. Cardoso MV, Coutinho E, Ermis RB, Poitevin A, Van Landuyt K, De Munck J et al. Influence of dentin cavity surface finishing on micro-tensile bond strength of adhesives. *Dent Mater.* 2008; 24: 492-501.
 13. Antonio AG, Primo LG, Maia LC. Case report: ultrasonic cavity preparation -- an alternative approach for caries removal in paediatric dentistry. *Eur J Paediatr Dent.* 2005; 6: 105-8.
 14. Carvalho CA, Fagundes TC, Barata TJ, Trava-Airoldi VJ, Navarro MF. The use of CVD diamond burs for ultraconservative cavity preparations: a report of two cases. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19: 19-28.
 15. Carvalho FG, Josgrilberg EB, Cordeiro RCL, Flores VO. Tratamientos menos invasivos – utilización de los sistemas de aire abrasivo y puntas CVD. *Acta Odontol Venez.* 2006; 44: 23-7.
 16. Predebon JC, Florio FM, Basting RT. Use of CVDentUS diamond tips for ultrasound cavity preparation. *J Contemp Dent Pract.* 2006; 7: 50-8.

17. Ricketts DN, Kidd EA, Smith BG, Wilson RF. Clinical and radiographic diagnosis of occlusal caries: a study in vitro. *J Oral Rehab.* 1995; 22: 15-20.
18. Ten Cate, A.R. *Histological Bucal: Desenvolvimento, Estrutura e Função.* Rio de Janeiro: Guanabara; 2001. 440p.
19. Anusavice KJ. *Phillips Materiais Dentários.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998. 800p.

FIGURAS



Figura 1. (A) Ponta diamantada convencional esférica acoplada à turbina de alta rotação; (B) Ponta de diamante CVD acoplada por meio de um conector específico ao aparelho de ultra-som.

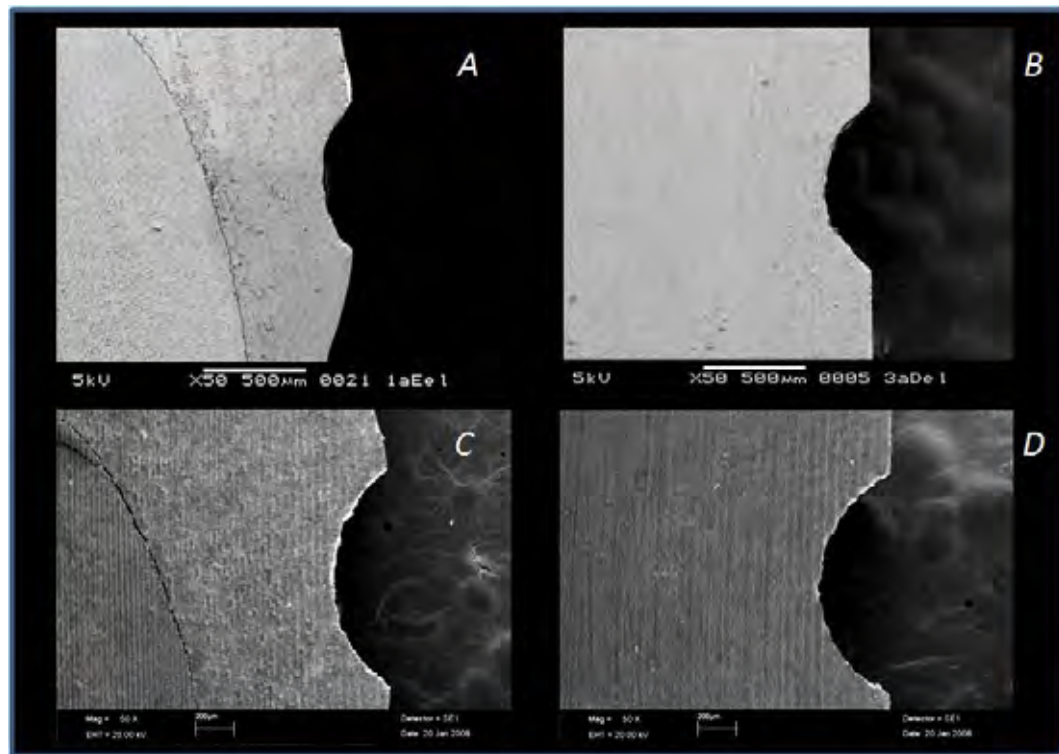


Figura 2. Perfis dos preparos cavitários observados em MEV (50X): A e B: cavidades preparadas pela ponta de diamante CVD em esmalte e dentina, respectivamente; C e D: cavidades preparadas pela ponta diamantada convencional em esmalte e dentina, respectivamente.

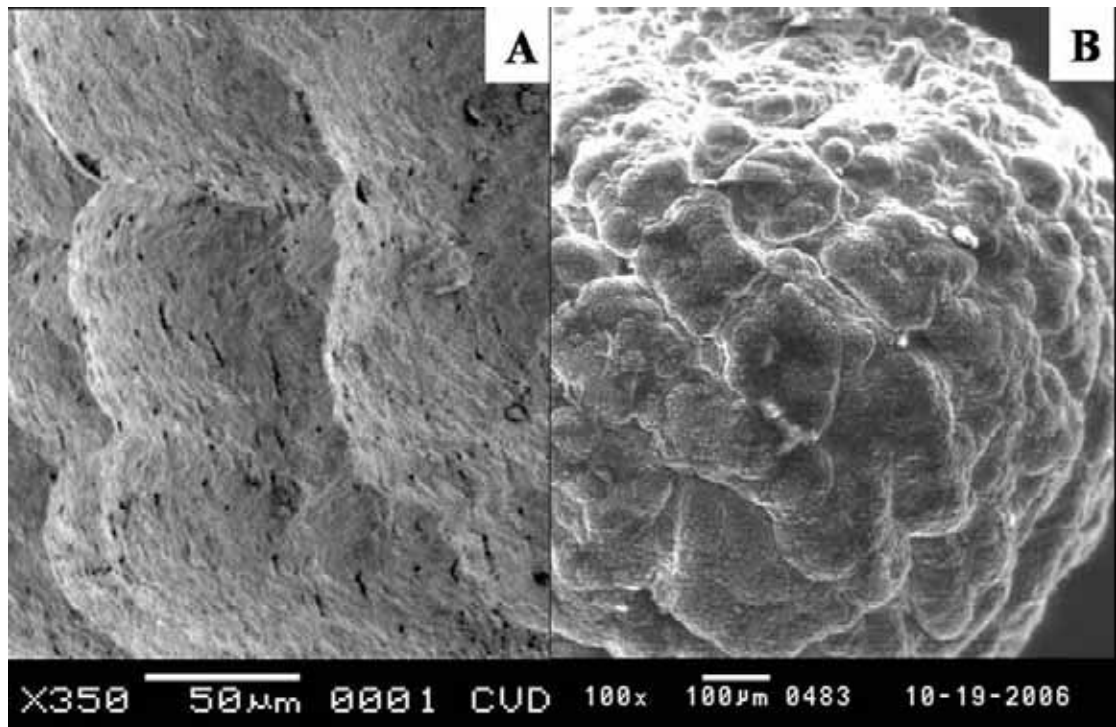


Figura 3. Análises em MEV. Características morfológicas da parede interna em dentina após preparo cavitário confeccionado com a ponta de diamante CVD (350X) e características morfológicas da superfície da ponta de diamante CVD esférica (100X).

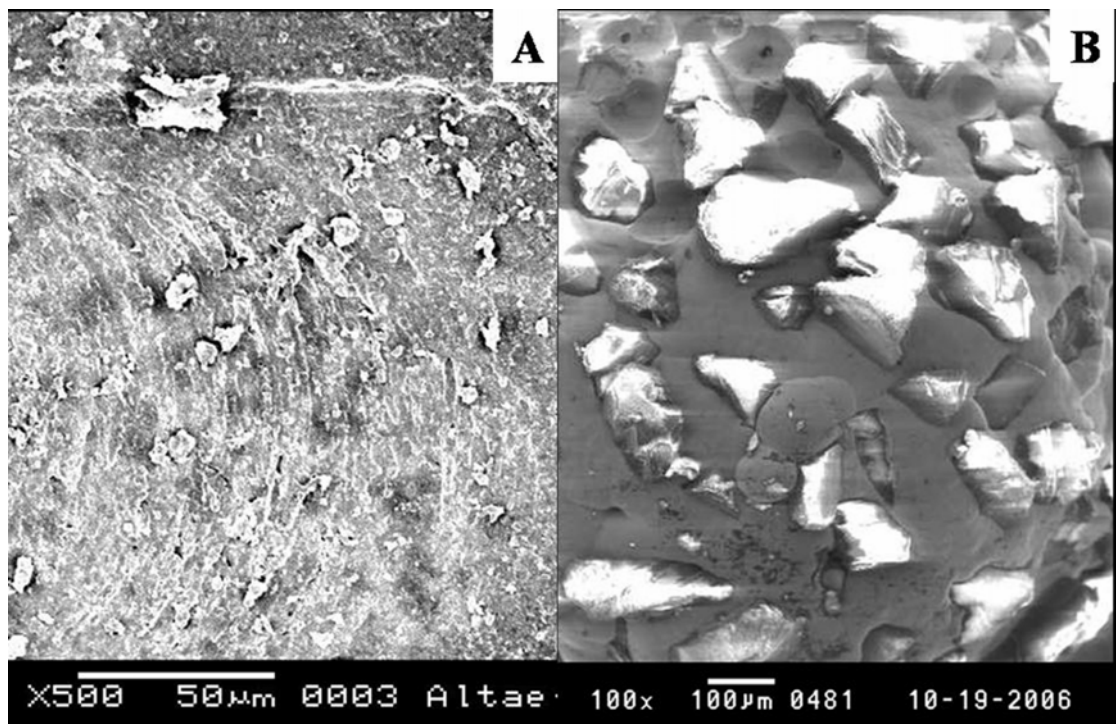


Figura 4. Análise em MEV: ranhuras na parede interna em dentina após preparo cavitário confeccionado pela ponta diamantada convencional (500X) e características morfológicas da superfície da ponta diamantada convencional (100X).



ARTIGO 2

Resistência de união e microinfiltração em restaurações de resina composta em função do instrumento de corte.

Bond strength and microleakage of composite resin restorations regarding the cutting instrument

Luciana Monti Lima¹

Cristiane Motisuki¹

Lourdes dos Santos-Pinto¹

¹ Departamento de Clínica Infantil – Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, Araraquara, São Paulo, Brasil

RESUMO

Este estudo *in vitro* avaliou a resistência de união por microtração (RUM) à dentina e a microinfiltração em restaurações de resina composta após preparos cavitários com ponta de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) em ultra-som e ponta diamantada em alta rotação. Para o teste de RUM utilizaram-se 6 terceiros molares que após remoção do esmalte oclusal, foram aleatoriamente distribuídos para tratamento da superfície da dentina exposta durante 60s com os 2 instrumentos de corte. Blocos de resina composta com 3mm de altura foram confeccionados sobre a superfície tratada e após 24h cada dente forneceu espécimes com área de secção transversal de 0,81mm² que foram submetidos à microtração para medida de sua resistência de união. Para o teste de microinfiltração, cavidades classe V padronizadas com margens em esmalte e dentina foram preparadas nas faces vestibulares e linguais de 12 terceiros molares distribuídos aleatoriamente entre os 2 instrumentos de corte. Após a restauração com resina composta, os dentes foram submetidos à termociclagem, imersos em solução de 50% de nitrato de prata e seccionados para análise em lupa estereoscópica das porcentagens de microinfiltração. Todos os dados foram analisados pelo teste ANOVA e Tukey ($p \leq 0,05$). Os resultados evidenciaram que a ponta de diamante CVD em ultra-som promoveu valores de resistência de união significativamente maiores ($p=0,03$). A microinfiltração nas margens em esmalte e dentina não foi diferente entre os grupos. A ponta de diamante CVD em ultra-som parece ser um instrumento de corte alternativo promissor no tratamento dentário.

DESCRITORES: Ultra-som; preparo da cavidade dentária; resistência à Tração; infiltração dentária; dentina

ABSTRACT

This *in vitro* study evaluated microtensile bond strength (MBS) and microleakage of composite resin restorations in cavities prepared with CVD (Chemical Vapor Deposition) diamond tip coupled to ultrasound and diamond bur coupled to high-speed handpiece. The MBS test used 6 third molars that after enamel occlusal removal were randomly divided in two groups according to the 2 cutting instruments that were applied on dentin surface during 60s. Blocks of 3mm composite resin were made over the dentin surface treated and after 24h each tooth produced sticks with a cross-sectional area of 0.81mm² that were submitted to a microtensile test for bond strength measure. To the microleakage test, standardized class V cavities with enamel and dentin margins were prepared on the facial and lingual surfaces of 12 third molars randomly divided in two groups according cutting instruments. After composite resin restoration, the teeth were subjected to thermocycle, immersed in 50% silver nitrate solution and sectioned to evaluate the percentage of microleakage under stereomicroscope. All data were analyzed by ANOVA and Tukey test ($p \leq 0.05$). The results showed that the composite resin restorations made on dentin surface treated by CVD diamond tip coupled to ultrasound device presented bond strength values significantly higher ($p=0.03$). Microleakage in enamel and dentin margins was not different between groups. The CVD diamond tip coupled to ultrasound seems to be a promising alternative cutting instrument for dental treatment.

DESCRIPTORS: Ultrasonics; diamond; dental cavity preparation; tensile strength; dental leakage; dentin.

INTRODUÇÃO

Desde que os materiais restauradores adesivos foram desenvolvidos, novos paradigmas surgiram na Odontologia, uma vez que estes não requerem preparos cavitários com formas de retenção e resistência, nem contornos bem definidos. Dentre as principais mudanças ocorridas, o novo conceito de odontologia minimamente invasiva que preconiza a máxima conservação do tecido dentário sadio foi estabelecido juntamente com a possibilidade de utilizar instrumentos alternativos para o corte do tecido dentário¹.

Recentemente, as pontas de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) utilizadas em aparelho de ultra-som foram introduzidas no mercado odontológico^{2,3}. Desde que se iniciaram os estudos em busca de evidências científicas para estas pontas, respostas promissoras foram obtidas principalmente quanto à precisão de corte e conseqüentemente possibilidade de conservação da estrutura dentária³⁻⁵. No entanto, para que um instrumento de corte possa ser eleito para o preparo cavitário, este deve também produzir uma superfície remanescente adequada para o posterior procedimento restaurador.

Um dos principais problemas relacionados ao insucesso das restaurações adesivas é a microinfiltração marginal, resultado da penetração de fluidos e bactérias na interface de união entre a restauração e a margem cavosuperficial da estrutura dentária⁶. Dentre os possíveis fatores de interferência na interface adesiva, a rugosidade produzida na superfície dentária já foi apontada como um aspecto importante, especialmente diante dos diferentes padrões de corte dados pelos atuais instrumentos de corte alternativos, como o jato de abrasão a ar, o Er:YAG laser e as pontas de diamante CVD em ultra-som⁷⁻¹². Esta mesma

interferência também influenciou os valores de resistência de união de restaurações adesivas confeccionadas em superfícies dentinárias tratadas por diferentes instrumentos de corte¹³⁻¹⁷.

Alguns estudos compararam os valores de microinfiltração marginal em cavidades preparadas em dentes bovinos com ponta de diamante CVD em ultrassom e ponta diamantada convencional em alta rotação^{11,12}, assim como foi avaliada a resistência de união de restaurações adesivas confeccionadas em superfície de dentes humanos tratados por estes instrumentos de corte e utilizando diferentes agentes adesivos¹⁷. No entanto, as divergências nas metodologias, nos resultados e a pequena quantidade de informação justificam a necessidade de outros estudos.

Diante disso, a proposta deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência da topografia da superfície promovida ponta de diamante CVD utilizada em ultrassom na resistência de união e na microinfiltração marginal de restaurações adesivas em dentes humanos, comparando-a com a ponta diamantada convencional em alta rotação. A hipótese nula a ser testada é de que não há diferença entre os valores de microinfiltração e resistência de união para ambos os instrumentos de corte.

MATERIAL E MÉTODO

Teste de resistência de união por microtração à dentina

Foram utilizados 6 terceiros molares livres de cárie, trincas, manchas brancas ou anomalias observadas por inspeção visual. Os dentes foram obtidos de adultos jovens (idades variando de 17 a 23 anos) que assim como seus

responsáveis, leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido especialmente elaborado para este estudo e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP (Protocolo número 14/05). Após a extração, os dentes foram limpos por meio de raspagem e profilaxia dentária e armazenados até o início do experimento a temperatura ambiente em solução de soro fisiológico acrescido de cristal de timol com a finalidade de inibir eventual atividade bacteriana¹⁸.

Inicialmente, os dentes tiveram suas raízes removidas e o esmalte oclusal foi seccionado em baixa velocidade na máquina de corte Isomet 1000 (Buehler[®], Lake Bluff, IL, USA) até completa exposição de uma superfície plana em dentina localizada aproximadamente na porção média da coroa dental.

Os dentes foram divididos aleatoriamente em 2 grupos de acordo com o tipo de instrumento de corte utilizado no tratamento da superfície dentinária: ponta de diamante CVD esférica (cód.8.3231 - CVDentUS[®], Clorovale, São José dos Campos, SP, Brasil) adaptada ao aparelho de ultra-som (Prof I AS Ceramic, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil), ajustado em power II (50% da potência total do ultra-som) e pump I (irrigação mínima); e ponta diamantada convencional esférica (nº 1013 - KG Sorensen[®], São Paulo, Brasil) em alta rotação, ajustado em 380.000 rpm com pressão de ar a 70psi.

A aplicação dos instrumentos de corte na superfície dentinária exposta de seus respectivos grupos, foi realizada durante 60s, sendo 30s no sentido mesio-distal e 30s no sentido vestibulo-lingual. Para padronização da pressão exercida pela ponta ativa este procedimento foi realizado pelo mesmo operador.

Em seguida, as superfícies dentinárias foram lavadas com um jato de ar/água durante 15s, condicionadas com ácido fosfórico a 37% (Condicionador Dental Gel, Dentsply International, York, USA) por 15s, lavadas por mais 15s e secas com o auxílio de papel absorvente, deixando-se uma superfície visivelmente úmida. O agente adesivo (Adper™ Single Bond, 3M ESPE Dental Products, Lote 4KB, St Paul, USA) foi aplicado conforme instruções do fabricante e fotopolimerizado por 10s (Optilux 401, Demetron/Kerr, Danbury, CT, USA). Um bloco em resina composta (Z100™ Restorative A2 Shade, 3M ESPE Dental Products, Lote 4BB, St Paul, USA) medindo 3mm de altura, verificados por meio de uma sonda milimetrada, foi construído em toda extensão da superfície dentinária em 3 incrementos de aproximadamente 1mm de altura que foram fotopolimerizados individualmente durante 40s. Antes da primeira fotopolimerização de cada bloco de resina, a potência do fotopolimerizador foi monitorada, obtendo-se em média 450mW/cm². Após o procedimento restaurador, os dentes ficaram armazenados em água destilada a 37° C, durante 24h.

Após o tempo de armazenagem, os dentes foram seccionados em baixa velocidade na máquina de corte Isomet 1000, em séries de 0,9mm de espessura, tanto no sentido mesio-distal quanto no sentido vestibulo-lingual, obtendo-se espécimes com aproximadamente 0,81mm² de área transversal¹⁹. Antes de seguirem para o teste de resistência de união à microtração, todos os espécimes foram inspecionados quanto a interface adesiva em dentina e também medidos com o auxílio de um paquímetro digital (Model CD-6BS; Mitutoyo, Tokyo, Japan) para o cálculo da área adesiva. Todos os espécimes foram fixados com adesivo cianocrilato (Super Bonder® gel, Loctite, Henkel Ltda, Itapevi, SP,

Brasil) a um dispositivo específico adaptado à máquina de ensaios mecânicos (MTS 810, Material Testing System, USA) e submetidos a uma carga de 1kN na velocidade de 0,5mm/min até sua ruptura.

Após fratura dos espécimes, os fragmentos foram observados em lupa estereoscópica (Carl Zeiss, 475200/9901, Germany) em um aumento de 30x e as falhas foram classificadas de acordo com Tay et al.²⁰ (2000) em: falha da interface (FI): fratura localizada inteiramente entre o adesivo e a dentina; falha mista (FM): fratura localizada no adesivo envolvendo também a resina ou a dentina; e falha do substrato (FS): fratura localizada exclusivamente na resina composta ou na dentina.

A resistência de união (MPa) foi calculada pelo valor da carga máxima registrada durante a ruptura do espécime (Kg/f) dividida pela sua área adesiva (mm²). Os dados foram analisados pelo teste ANOVA a um critério fixo e teste de Tukey a um nível de significância de 5%. A incidência dos tipos de fratura foi analisada por estatística descritiva.

Observação da superfície dentinária em microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Oito dentes adicionais foram limpos e seccionados seguindo a mesma metodologia utilizada para o teste de resistência de união, sendo que 4 dentes tiveram a superfície dentinária tratada pela ponta de diamante CVD em ultra-som e os outros 4 pela ponta diamantada convencional em alta rotação. Dois dentes de cada grupo receberam condicionamento da superfície dentinária com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos e foram lavadas por mais 15 segundos. Em

seguida, todos os espécimes foram imersos em solução Karnovsky modificada (glutaraldeído 2,5%, formaldeído 2,5% em tampão cacodilato de sódio 0,05M, pH 7,2, CaCl₂ 0,001M) por 24h, desidratados em soluções crescentes de acetona e secos ao ponto crítico. Após a metalização com ouro, as superfícies dentinárias foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura (JSM, 5600LV; JEOL, USA, Inc, Peabody, Mass) sob aumento de 2000X e as fotomicrografias foram comparadas para um melhor entendimento do efeito dos instrumentos de corte testados na superfície dentinária, assim como o efeito do condicionamento ácido aplicado sobre esta superfície.

Teste de microinfiltração

Foram utilizados 12 terceiros molares obtidos, limpos e armazenados seguindo o mesmo protocolo do teste de microtração, sendo este experimento também aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP (Protocolo número 75/04).

Vinte e quatro preparos cavitários tipo Classe V foram aleatoriamente confeccionados nas faces vestibulares e linguais utilizando ponta de diamante CVD esférica (cód. 8.3231 - CVDentus[®]) acoplada ao aparelho de ultra-som (Prof I AS Ceramic - Dabi Atlante[®]), ajustado em power II (50% da potência total do ultra-som) e pump I (irrigação mínima); e com ponta diamantada convencional esférica (nº 1013 – KG – Sorensen[®]) em alta rotação, ajustado em 380.000 rpm com pressão de ar a 70psi, resultando em 2 grupos experimentais.

As cavidades, centralizadas na junção amelocementária, foram padronizadas em 2mm de profundidade, 4mm de comprimento e 4mm de largura,

verificados por meio de sonda milimetrada e confeccionadas por um mesmo operador. As pontas de diamante CVD e as pontas diamantadas foram trocadas a cada 5 preparos. Os ângulos internos das cavidades foram arredondados e as margens cavosuperficiais oclusais e gengivais ficaram bem definidas sem biselamento.

Após a confecção das cavidades, estas foram lavadas com um jato de ar/água durante 15s, condicionadas com ácido fosfórico a 37% (Condicionador Dental Gel, Dentsply) por 15s, lavadas por mais 15s e secas com o auxílio de papel absorvente, deixando-se uma superfície visivelmente úmida. O agente adesivo (Adper™ Single Bond, 3M ESPE) foi aplicado conforme instruções do fabricante e fotopolimerizado por 10s. Restaurações em resina composta (Z100™ Restorative A2 Shade, 3M ESPE, Lote 4HX) foram realizadas em 3 incrementos e fotopolimerizados individualmente durante 40s, sendo que cada incremento envolveu somente duas paredes do preparo cavitário para reduzir a contração e estresse do material contra as paredes internas. Antes da primeira fotopolimerização de cada restauração, a potência do fotopolimerizador (Optilux 401, Demetron/Kerr) foi monitorada, obtendo-se em média 420mW/cm².

Em seguida, o tecido pulpar remanescente dos dentes foi removido via ápice radicular, o forame apical foi selado com resina composta (Z100 – 3M ESPE) e os dentes ficaram armazenados em água destilada a 37°C. Após 24h foi realizado o polimento das restaurações utilizando-se discos Sof-Lex Pop-on (3M ESPE Dental Products) em 3 granulações decrescentes conforme indicação do fabricante, até a completa exposição de suas margens.

Na seqüência, os dentes receberam proteção com 1 camada de Araldite™ (Alphaville, SP, Brasil) e 2 camadas de verniz cosmético (Colorama™, Maybelline™, NY, USA), utilizando-se cores diferentes para identificação dos grupos. Esta proteção foi realizada em todo o dente, deixando-se livre somente a restauração e 1mm em torno de toda sua margem. Após a secagem completa do verniz, os dentes ficaram armazenados durante uma semana em água destilada e em seguida levados ao processo de termociclagem (Ética Equip. Cient. – AS, Mod. 521-4, N.0924, Série 95, São Paulo, Brasil) de 500 ciclos em banhos de 60s alternados à temperatura de $5^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ a $55^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ com intervalo de 3 segundos entre os banhos.

Logo após a termociclagem, os dentes ficaram imersos em solução de nitrato de prata a 50% durante 2h em ambiente escuro, lavados em água corrente por 5min e armazenados em solução reveladora (Kodak®, Lote M08999, São José dos Campos, SP, Brasil) durante 12h sob luz fosforescente. Em seguida, na máquina de corte Isomet 1000 (Buehler®) as raízes dos dentes foram removidas e a coroa seccionada no sentido mésio-distal para separar as faces vestibulares e linguais.

As restaurações foram então seccionadas no sentido ocluso-cervical obtendo-se 4 interfaces para análise da microinfiltração em lupa estereoscópica (Leica, Carl Zeiss Jena, Alemanha) em aumento de 16x. As imagens captadas pela câmera digital (JVC TK C1380, Victor Company of Japan Ltda, Japan) acoplada à lupa, foram transferidas para um computador e analisadas em um programa de análise de imagens (Leica QWin Standard V2.4, Leica by Calidris and Softhard Technology Ltda, Alemanha) que permitiu uma medida linear em

micrometros padronizada do contorno total da cavidade e da microinfiltração traçada pelo nitrato de prata tanto na margem cervical quanto na oclusal (Figura 1). Essas medidas foram realizadas por um mesmo avaliador, sem conhecimento dos grupos, e foi repetida após 1 semana para a análise da reprodutibilidade pelo teste de correlação de Pearson. Em seguida, determinou-se os valores de porcentagem de microinfiltração para cada cavidade em ambas as margens, e os resultados foram submetidos ao teste ANOVA dois critérios e teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

Teste de resistência de união por microtração à dentina

A média dos valores encontrados e o resumo da análise estatística dada pelos testes ANOVA a um critério e teste de Tukey ($p \leq 0,05$) está descrito na Tabela 1. Diante dos resultados verifica-se que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos quanto aos valores de resistência de união (MPa) à microtração, sendo que o grupo tratado pela ponta de diamante CVD apresentou os valores mais altos.

Tabela 1: Valores de resistência de união (MPa) por microtração à dentina de restaurações de resina composta em função do instrumento de corte

Tipo de instrumento de corte	N	Resistência de união (MPa) (Média ± DP)
Ponta de diamante CVD em ultra-som	44	51,08 ± 16,04 ^a
Ponta diamantada em alta rotação	36	43,18 ± 17,66 ^b

* letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa

* $p=0,03$

A análise descritiva da incidência dos tipos de fraturas está representada na Tabela 2. Pode-se observar que em ambos os grupos a maior incidência de fraturas foi do tipo mista, com a fratura localizada no adesivo envolvendo também a resina composta ou a dentina.

Tabela 2: Análise descritiva da incidência dos tipos de fratura para ambos os instrumentos de corte

Tipo de instrumento de corte	Tipo de Fratura/n(%)		
Ponta de diamante CVD em ultra-som	*FI/11(25,0%)	*FM/20(45,5%)	*FS/13(29,5%)
Ponta diamantada em alta rotação	*FI/8(22,2%)	*FM/19(52,8%)	*FS/9(25,0%)

*(FI) falha da interface: fratura localizada inteiramente entre o adesivo e a dentina; (FM) falha mista: fratura localizada no adesivo envolvendo também a resina ou a dentina; e (FS) falha do substrato: fratura localizada exclusivamente na resina composta ou na dentina.

Observação da superfície dentinária em microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Na análise da superfície dentinária, observa-se que a dentina tratada pela ponta de diamante CVD em ultra-som apresentou uma topografia irregular com a formação de *smear layer* em lascas com aspecto de “escamas” obliterando os túbulos dentinários (Figura 2). Após o condicionamento ácido desta superfície, verifica-se que esta manteve sua irregularidade, porém com grande quantidade de túbulos dentinários abertos, dentina peritubular bem definida e dentina intertubular irregular (Figura 4). Na dentina tratada pela ponta diamantada convencional em alta rotação, observa-se uma superfície com topografia mais plana e regular, formação de *smear layer* obliterando os túbulos dentinários e a presença de ranhuras superficiais (Figura 3). Após o condicionamento, esta

superfície manteve-se plana e regular, porém verifica-se menor quantidade de túbulos dentinários abertos e dentina intertubular com característica mais plana e lisa comparada à superfície tratada pela ponta de diamante CVD em ultra-som (Figura 5).

Teste de microinfiltração

A partir das quatro medidas de microinfiltração obtidas de cada restauração somente o pior valor foi selecionado para a análise estatística, ou seja, a maior porcentagem de microinfiltração encontrada para cada restauração, tanto na margem cervical, quanto na oclusal. Foram consideradas para análise estatística 10 restaurações por grupo (N=10). O resumo da análise estatística dada por análise descritiva e pelo teste ANOVA a dois critérios e teste de Tukey está descrito na Tabela 3.

Tabela 3: Comparação, Média e Desvio Padrão (DP) das porcentagens de microinfiltração nas margens cervical e oclusal para ambos os grupos

Tipo de instrumento	% Microinfiltração	% Microinfiltração
	Cervical (DP)	Oclusal (DP)
Ponta de diamante CVD	10,57 ($\pm 1,63$) ^{a*}	12,04 ($\pm 4,95$) ^{a*}
Ponta diamantada	9,76 ($\pm 2,78$) ^{a*}	10,32 ($\pm 7,61$) ^{a*}

* letras iguais representam ausência de diferença estatisticamente significante

O resultado do teste de correlação de Pearson entre as duas medidas feitas pelo examinador mostrou uma excelente correlação ($r=0,97$), com concordância acima de 80%. Diante dos resultados verificou-se que tanto nas cavidades preparadas pela ponta de diamante CVD em ultra-som quanto pela ponta

diamantada convencional, as porcentagens de microinfiltração nas margens cervicais e oclusais foram semelhantes. Além disso, constatou-se ausência de diferença nas porcentagens de microinfiltração encontradas nas margens das restaurações preparadas pelos dois instrumentos de corte testados.

DISCUSSÃO

Já no início dos estudos acerca da adesão dos materiais restauradores ao preparo cavitário, a topografia ou rugosidade da superfície dentária gerada pelos instrumentos de corte foi apontada como um dos fatores determinantes no aumento dos valores de resistência de união²¹, uma vez que o aumento da rugosidade parece aumentar a área adesiva²². Além da rugosidade, foi estabelecida a influência da qualidade, espessura e densidade da *smear layer* formada na dentina após a aplicação dos diferentes instrumentos de corte, especialmente quando os sistemas adesivos auto-condicionantes são utilizados^{16,23}. No presente estudo, a opção pela utilização de um sistema adesivo com condicionamento ácido prévio da superfície foi feita com o intuito de eliminar de forma padronizada a *smear layer* formada por ambos os instrumentos de corte avaliados.

Na análise em MEV, as paredes das cavidades preparadas com a ponta diamantada em alta rotação apresentaram ranhuras superficiais e uma intensa formação de *smear layer* obliterando os túbulos dentinários (Figura 3), confirmando as descrições feitas por outros autores^{17,24,25}. Por outro lado, as paredes das cavidades preparadas com a ponta de diamante CVD em ultra-som apresentaram uma topografia irregular e formação de *smear layer* em lascas com aspecto de “escamas” obliterando os túbulos dentinários (Figura 2), corroborando

com as características reportadas por Pedro et al.²⁵ (2007). Características diferentes, onde a superfície da cavidade preparada com a ponta de diamante CVD se apresentava uniforme, sem riscos ou ranhuras, com pequena quantidade de *smear layer* e presença de túbulos dentinários expostos ou com *smear plug* foram reportadas, tendo sido a remoção da *smear layer* atribuída à ação da energia ultrassônica da água proveniente da própria refrigeração do ultra-som que promove a formação de micro-bolhas de ar que desprendem a *smear layer* da superfície dentinária, removendo-a parcialmente^{17,24}. A ausência deste efeito nas amostras do presente estudo pode estar relacionada a um menor tempo de tratamento superficial da dentina e à ausência de cavidade que podem não ter permitido um contato suficiente entre as micro-bolhas de ar e a *smear layer* formada para que esta ação de desprendimento e limpeza da superfície pudesse ocorrer.

A comparação do desempenho à resistência de união das restaurações evidenciou melhores resultados quando as superfícies dentinárias foram preparadas com a ponta de diamante CVD em ultra-som, fato que nos leva a inferir que as características observadas em MEV da superfície dentinária tratada por esta ponta e após o condicionamento ácido, apresentando mais irregularidades superficiais e maior quantidade de túbulos dentinários abertos (Figura 4), podem ter contribuído para uma melhor adesão do material restaurador. Em contrapartida, Cardoso et al.¹⁷ (2008) relataram que o padrão morfológico da dentina tratada com a ponta de diamante CVD não melhorou a resistência de união de diferentes sistemas adesivos, inclusive do sistema adesivo com condicionamento ácido prévio.

Quanto à frequência dos tipos de fratura, pode-se observar que em ambos os grupos houve maior incidência de falha mista, localizada no adesivo envolvendo também a resina composta ou a dentina (Tabela 2). No entanto, ao comparar a análise das fraturas com os valores de resistência de união, não foi possível identificar nenhuma correlação, uma vez que valores relativamente altos e baixos foram encontrados para estes espécimes, assim como para aqueles que apresentaram falhas na interface ou no substrato.

A microinfiltração presente nas restaurações foi similar, independente do tipo de instrumento de corte utilizado no preparo da cavidade. Resultados semelhantes foram reportados por Diniz et al.¹¹ (2005) que avaliaram a microinfiltração em dentes bovinos restaurados com selantes. Por outro lado, Viera et al.¹² (2007) encontraram algum grau de microinfiltração em 54% das restaurações de resina composta confeccionadas em cavidades preparadas com ponta de diamante CVD e atribuíram tal resultado ao mecanismo de formação de micro-bolhas de ar que favorecem o desprendimento da *smear layer* que pode ter se acumulado nas paredes na forma de resíduos, influenciando negativamente na microinfiltração.

A porcentagem de microinfiltração encontrada nas margens cervicais tanto para a ponta de diamante CVD em ultra-som (10,57%) quanto para a ponta diamantada convencional (9,76%), foram semelhantes (13,7%) à reportada por Corona et al.⁹ (2001) ao avaliarem a porcentagem de microinfiltração em preparos cavitários confeccionados com ponta carbide em alta rotação e restaurados com resina composta. No entanto, nas margens oclusais (em esmalte), Corona et al.⁹ (2001) e Vieira et al.¹² (2007) não encontraram sinais de microinfiltração nas

cavidades preparadas em alta rotação. No estudo de Corona et al.⁹ (2001), este resultado provavelmente ocorreu porque as cavidades foram finalizadas com instrumentos manuais previamente ao procedimento restaurador e o biselamento das margens oclusais pode ter promovido maior proteção à microinfiltração. Já segundo Vieira et al.¹² (2007), o sistema de refrigeração da alta rotação age como um lubrificante que pode ter aumentado a eficiência de corte, reduzindo o acúmulo de resíduos durante o preparo cavitário, e conseqüentemente, a microinfiltração.

A adaptação marginal de uma restauração adesiva pode ser afetada por diversos fatores, como a técnica de inserção e fotopolimerização da resina composta²⁶, o mecanismo de ação dos diferentes agentes adesivos²⁷, a configuração do preparo cavitário²⁸, e à rugosidade dos preparos cavitários promovidos por diferentes instrumentos de corte¹². Uma vez que no presente estudo, somente a topografia das paredes cavitárias foi diferente, e frente à semelhança encontrada nos valores de microinfiltração, pode-se inferir que o tipo de instrumento de corte não interferiu na interface adesiva, corroborando com os resultados de outros autores que compararam a influência de diferentes instrumentos de corte na microinfiltração marginal^{9,10,29}.

Os testes de resistência de união à microtração e microinfiltração marginal, assim como outros estudos *in vitro*, não podem ter seus resultados extrapolados para o desempenho clínico de um instrumento, técnica ou material odontológico, no entanto, estes testes laboratoriais podem fornecer informações importantes para prever tal situação, especialmente diante dos novos produtos que

constantemente são introduzidos no mercado, como é o caso das pontas de diamante CVD utilizadas em ultra-som.

Além de apresentar características de corte conservadoras^{3,4}, clinicamente foi relatado que as pontas de diamante CVD em ultra-som promovem preparos cavitários minimamente invasivos, permitem boa visibilidade do campo operatório devido à angulação de sua ponta ativa, e são mais aceitáveis pelos pacientes, devido à redução do ruído e do desconforto causados pela vibração da turbina de alta rotação³⁰⁻³². Estas evidências estimularam a busca por um melhor entendimento da ação destas pontas sobre a estrutura dentária.

Diante dos resultados do presente estudo pôde-se constatar que este instrumento de corte alternativo parece ser realmente promissor na Odontologia, uma vez que nos testes aplicados apresentou resultados semelhantes ou melhores que os da ponta diamantada em alta rotação. No entanto, os resultados divergentes da literatura atual evidenciam que outros estudos ainda são necessários para um melhor entendimento da influência da associação do movimento oscilatório dado pelo ultra-som com as características de corte dadas pela ponta de diamante CVD no corte do tecido dentário.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados e respeitando-se as limitações deste estudo *in vitro*, pôde-se concluir que a topografia da superfície tratada pela ponta de diamante CVD em ultra-som interferiu positivamente nos valores de resistência de união. Além disso, o fato de que a ponta de diamante CVD e a ponta diamantada exerceram a mesma influência sobre a microinfiltração marginal, sugere que a

ponta de diamante CVD utilizada em ultra-som é um instrumento viável como instrumento alternativo à ponta diamantada em alta rotação no tratamento dentário.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro dado para este estudo (processo 05/01277-0).

REFERÊNCIAS

1. Tyas MJ, Anusavice KJ, Frencken JE. Minimal intervention dentistry – a review, FDI Commission Project 1-97. *Int Dent J.* 2000; 50: 1-12.
2. Trava-Airoldi VJ, Corat EV, Santos LV, Diniz AV, Moro JR, Leite NF. Very adherent CVD diamond film on modified molybdenum surface. *Diamond and Related Materials.* 2002; 11: 532-5.
3. Lima LM, Motisuki C, Santos-Pinto L, Santos-Pinto A, Corat EJ. Cutting characteristics of dental diamond burs made with CVD technology. *Braz Oral Res.* 2006; 20: 155-61.
4. Predebon JC, Florio FM, Basting RT. Use of CVDentUS diamond tips for ultrasound cavity preparation. *J Contemp Dent Pract.* 2006; 7: 50-8.
5. Predebon JC, Lima LM, Flório FM, Santos-Pinto L, Basting RT. Micromorphologic assessment of CVD (Chemical Vapor Deposition) and conventional diamond tips and their cutting effectiveness. *J Mater Sci.* 2007; 42: 8454-60.

6. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations: A review. *Oper Dent.* 1997; 22: 173-185.
7. Shook LW, Turner EW, Ross J, Scarbecz M. Effect of surface roughness of cavity preparations on the microleakage of class V resin composite restorations. *Oper Dent.* 2003; 28: 779-85.
8. Von Fraunhofer JA, Adachi EI, Barnes DM, Romberg E. The effect of tooth preparation on microleakage behavior. *Oper Dent.* 2000; 25: 526-33.
9. Corona SA, Borsatto MC, Palma Dibb RG, Ramos RP, Brugnera A, Pécora JD. Microleakage of Class V resin composite restorations after bur, air-abrasion or Er:YAG laser preparation. *Oper. Dent.* 2001; 26: 491-7.
10. Aranha AC, Turbino ML, Powell GL, Eduardo CP. Assessing microleakage of class V resin composite restorations after Er:YAG laser and bur preparation. *Lasers Surg Med.* 2005; 37: 172-7.
11. Diniz MB, Rodrigues JA, Chinelatti MA, Cordeiro RCL. Microinfiltração marginal em cavidades preparadas com pontas CVDentUS[®] e diamantadas convencionais. *Cienc Odontol Bras.* 2005; 8: 75-81.
12. Vieira AS, Santos MP, Antunes LA, Primo LG, Maia LC. Preparation time and sealing effect of cavities prepared by an ultrasonic device and a high-speed diamond rotary cutting system. *J Oral Sci.* 2007; 49: 207-11
13. Manhart J, Mehl A, Schroeter R, Obster B, Hickel R. Bond strength of composite to dentin treated by air abrasion. *Oper Dent.* 1999; 24: 223-32.
14. Bertrand MF, Semez G, Leforestier E, Muller-Bolla M, Nammour S, Rocca JP. Er:YAG laser cavity preparation and composite resin bonding

- with a single-component adhesive system: relationship between shear bond strength and microleakage. *Lasers Surg Med.* 2006; 38: 615-23.
15. Semerazo S, Mezzanzanica D, Spreafico D, Gagliani M, Re D, Tanaka T, Sidhu SK, Sano H. Effect of different bur grinding on the Bond strength of self-etching adhesives. *Oper Dent.* 2006; 31: 317-23.
 16. Sattabanasuk V, Vachiramon V, Qian F, Armstrong SR. Resin-dentin Bond strenght as related to different surface preparation methods. *J Dent.* 2007; 35: 467-75.
 17. Cardoso MV, Coutinho E, Ermis RB, Poitevin A, Van Landuyt K, De Munck J, Carvalho RC, Van Meerbeek B. Influence of dentin cavity surface finishing on micro-tensile bond strength of adhesives. *Dent Mater.* 2008; 24: 492-501.
 18. Ricketts DN, Kidd EA, Smith BG, Wilson RF. Clinical and radiographic diagnosis of occlusal caries: a study in vitro. *J Oral Rehabil.* 1995; 22: 15-20.
 19. Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho RM, Pashley EL, Pashley DH. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. *J Dent Res.* 1999; 78: 699-705.
 20. Tay FR, Carvalho R, Sano H, Pashley DH. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. *J Adhes Dent.* 2000; 2: 99-116.
 21. Mowery AS, Parker M, Davis EL. Dentin bonding: the effect of surface roughness on shear bond strength. *Oper Dent.* 1987; 12: 91-4.
 22. Jung M, Wehlen LO, Klimek J. surface roughness and bond strength of enamel to composite. *Dent Mater.* 1999; 15: 250-6.

23. Oliveira SSA, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall Jr GW. The influence of dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater.* 2003; 17: 122-6.
24. Martins MEL, Faria MR, Matson MR. Análise micromorfológica da dentina humana condicionada por primer autocondicionante variando-se a técnica de preparo: ponta diamantada, broca carbide e ponta CVDentus. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2006; 6: 161-6.
25. Pedro R de L, Antunes LA, Vieira AS, Maia LC. Analysis of primary and permanent molars prepared with high speed and ultrasonic abrasion systems. *J Clin Pediatr Dent.* 2007; 32: 49-52.
26. Barros GKP, Aguiar FHB, Santos AJS, Lovadino JR. Effect of different intensity light curing modes on microleakage of two resin composite restorations. *Oper Dent.* 2003; 28: 642-6.
27. Ergucu Z, Celik EU, Turkun M. Microleakage study of different adhesive systems in Class V cavities prepared by Er,Cr:YSGG laser and bur preparation. *Gen Dent.* 2007; 55: 27-32.
28. Choi KK, Ryu GJ, Choi SM, Lee MJ, Park SJ, Ferracane JL. Effects of cavity configuration on composite restoration. *Oper Dent.* 2004; 29: 462-9.
29. Reis Lda S, Chinelatti MA, Corona SA, Palma-Dibb RG, Borsatto MC. Influence of air abrasion preparation on microleakage in glass ionomer cement restorations. *J Mater Sci Mater Med.* 2004; 15: 1213-6.
30. Antonio AG, Primo LG, Maia LC. Case report: ultrasonic cavity preparation -- an alternative approach for caries removal in paediatric dentistry. *Eur J Paediatr Dent.* 2005; 6: 105-8.

31. Carvalho FG, Josgrilberg EB, Cordeiro RCL, Flores VO. Tratamientos menos invasivos – utilización de los sistemas de aire abrasivo y puntas CVD. *Acta Odontol Venez.* 2006; 44: 23-7.
32. Carvalho CA, Fagundes TC, Barata TJ, Trava-Airoldi VJ, Navarro MF. The use of CVD diamond burs for ultraconservative cavity preparations: a report of two cases. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19: 19-28.

FIGURAS

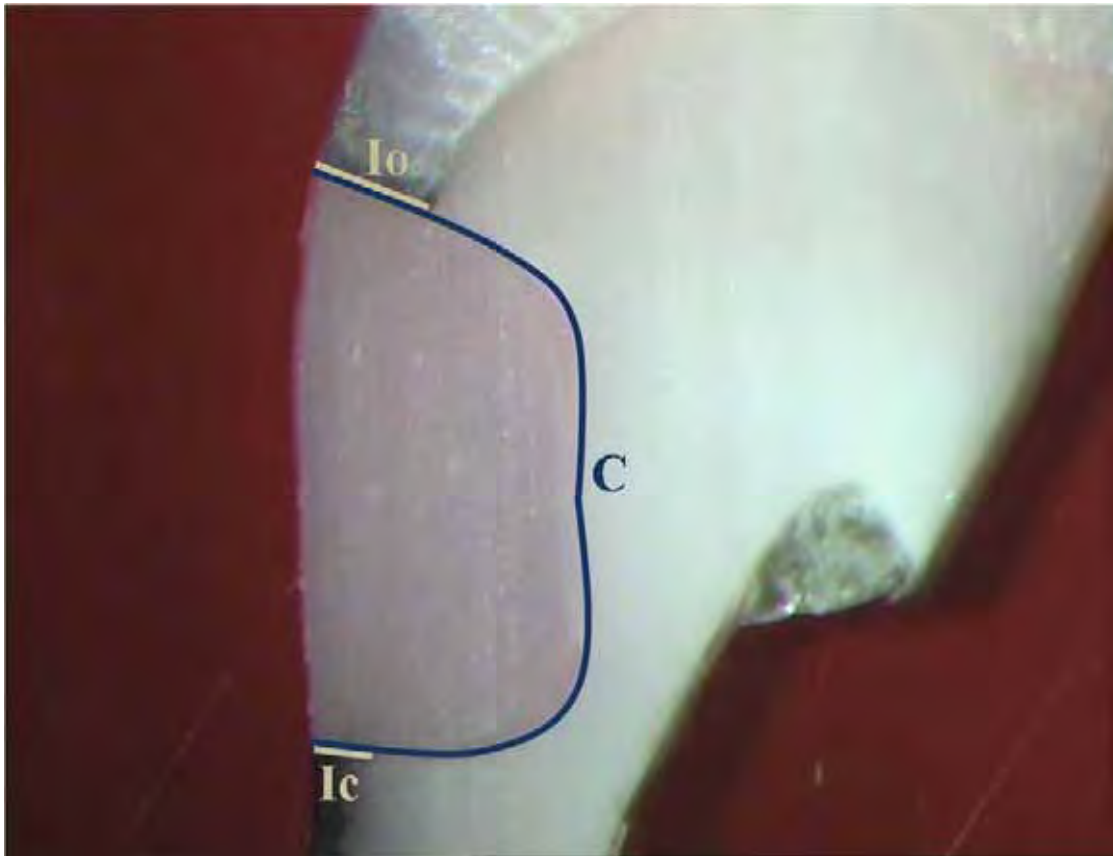


Figura 1: Perfil da restauração analisada em lupa estereoscópica (aumento de 16X). C: medida do contorno total da cavidade/restauração; Io: medida da microinfiltração na margem oclusal da restauração; Ic: medida da microinfiltração na margem cervical da restauração.

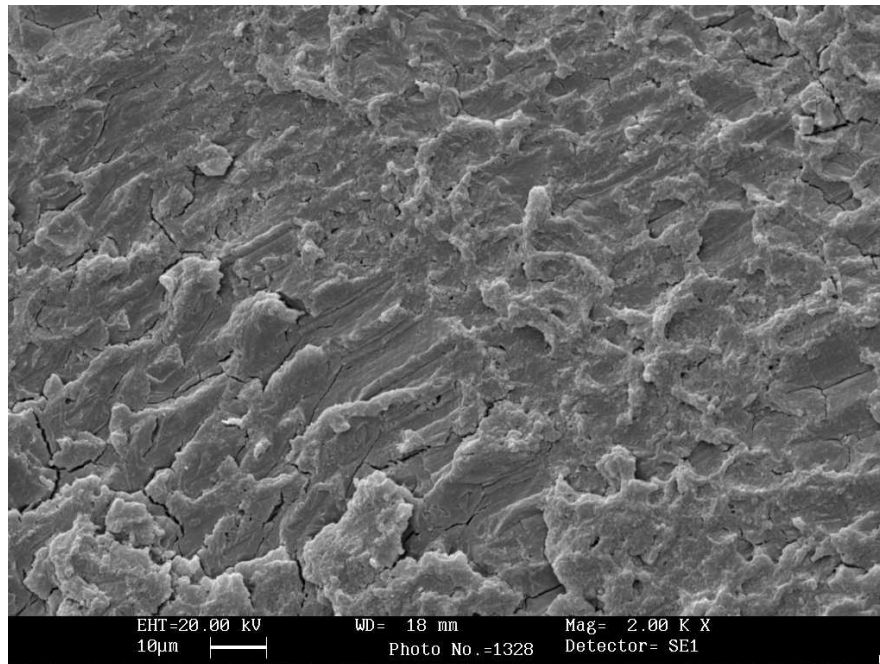


Figura 2: Análise em MEV da *smear layer* após tratamento pela ponta de diamante CVD em ultra-som (2000X).

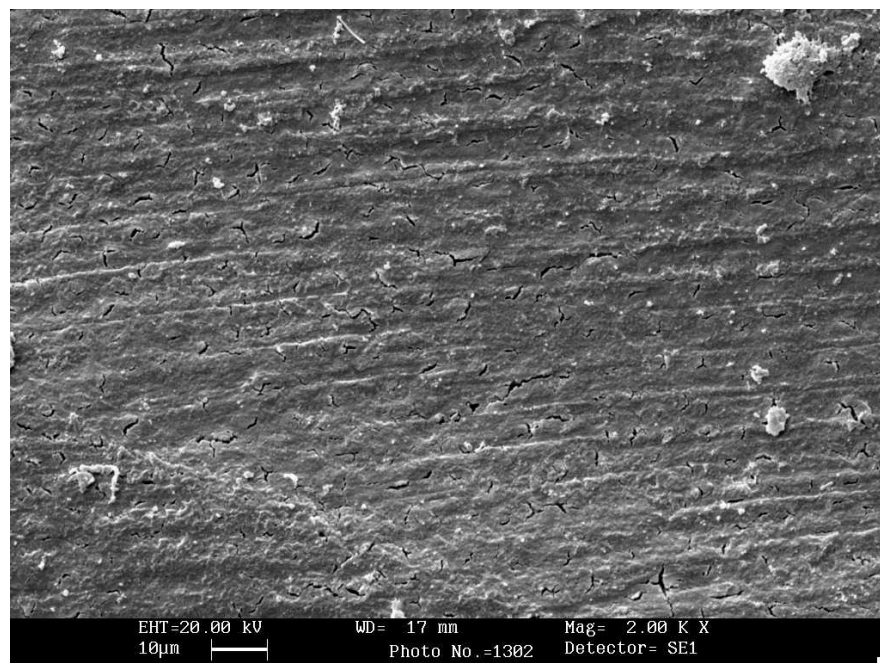


Figura 3: Análise em MEV da *smear layer* após tratamento pela ponta diamantada convencional em alta rotação (2000X).

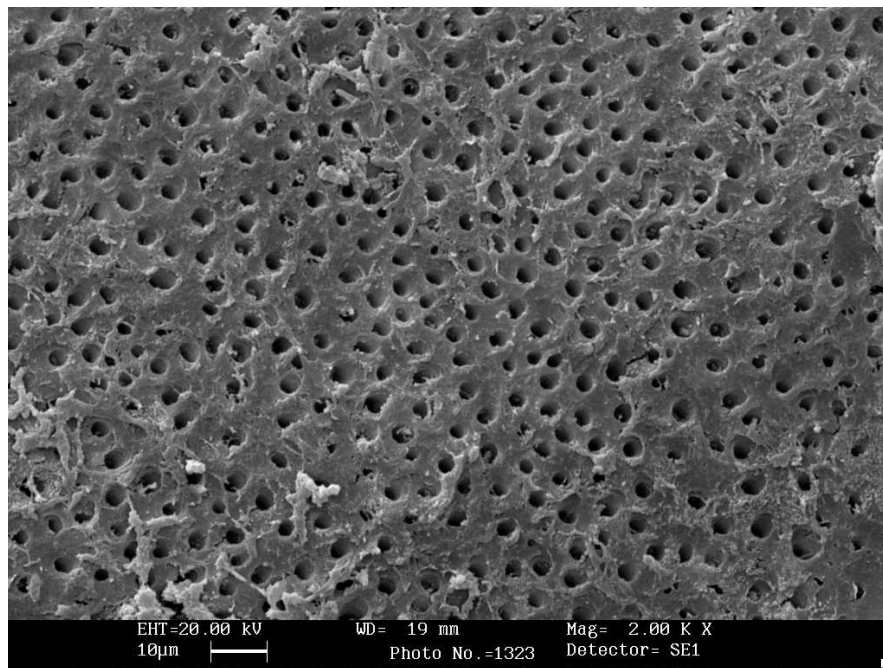


Figura 4: Análise em MEV da dentina condicionada após tratamento pela ponta de diamante CVD em ultra-som (2000X).

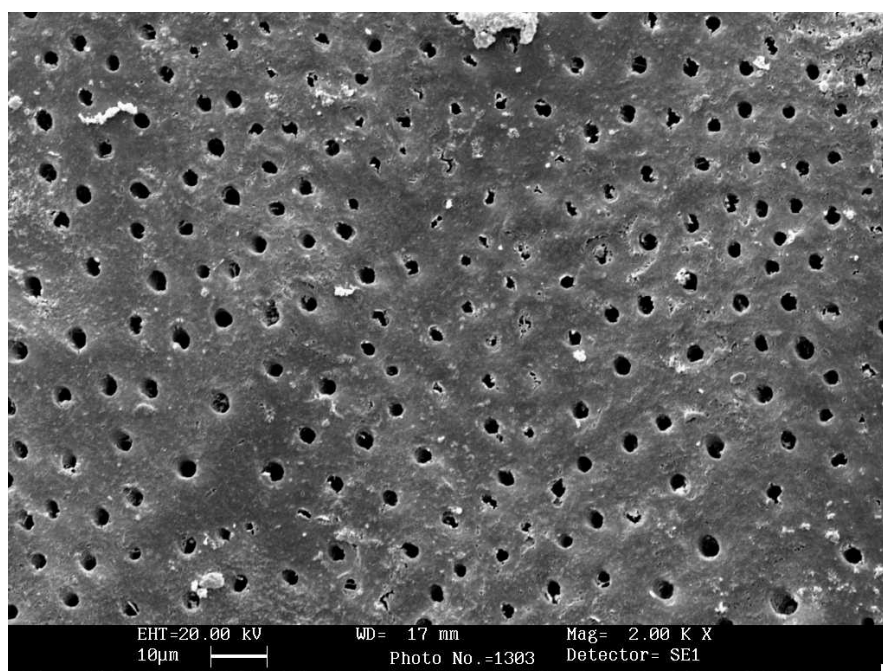


Figura 5: Análise em MEV da dentina condicionada após tratamento pela ponta diamantada convencional em alta rotação (2000X).



ARTIGO 3

Avaliação da reação do complexo dentino-pulpar após preparo cavitário com ponta de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) em ultra-som

**Evaluation of the dentin-pulp complex after cavity preparation with CVD
(*Chemical Vapor Deposition*) diamond tip coupled to ultrasound**

Luciana Monti Lima¹

Michele Baffi Diniz¹

Marlei Aparecida Seccani Galassi²

Lizeti Toledo de Oliveira Ramalho³

Lourdes dos Santos-Pinto¹

¹ Departamento de Clínica Infantil – Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, Araraquara, São Paulo, Brasil.

² Faculdade de Odontologia das Faculdades Unificadas da Fundação Educacional de Barretos – FEB.

³ Departamento de Morfologia - Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP, Araraquara, São Paulo, Brasil.

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vivo* foi comparar a resposta do complexo dentino-pulpar após preparo cavitário em dentes humanos utilizando ponta de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*) em ultra-som e ponta diamantada em alta rotação. Cavidades classe V foram aleatoriamente confeccionadas em 40 premolares indicados para extração por motivos ortodônticos, provenientes de 14 pacientes com idades entre 11 e 15 anos. O tempo necessário para a confecção dos preparos foi cronometrado e as cavidades foram forradas com uma fina camada de guta-percha e restauradas com cimento de ionômero de vidro. Imediatamente após o preparo e 5, 10 e 20 dias de pós-operatório, os dentes foram extraídos, descalcificados, seccionados e corados pelas técnicas de hematoxilina e eosina, Tricrômico de Masson e Brown e Brenn. A resposta inflamatória, a desorganização celular e a presença de bactérias foram avaliadas, sem identificação, por dois examinadores. A espessura de dentina remanescente (EDR) foi medida em um programa de manipulação de imagens e analisada estatisticamente pelo teste ANOVA a um critério ($p \leq 0,05$), apresentando média de 1132,50 μm , sem diferença entre os preparos. O tempo de preparo e as respostas do complexo dentino-pulpar foram analisados pelos testes de Kruskal-Wallis e Dunn ($p \leq 0,05$). A ponta CVD consumiu 5 vezes mais tempo para confeccionar a cavidade e não houve características de inflamação nas respostas pulpare de ambos os instrumentos de corte, apenas uma desorganização celular que variou de discreta a moderada. Apesar do maior tempo de preparo, a ponta de diamante CVD em ultra-som foi semelhante à ponta diamantada em alta rotação em relação à resposta pulpar.

DESCRITORES: Ultra-som; Diamante; Preparo da Cavidade Dentária; Polpa Dentária

ABSTRACT

The aim of this *in vivo* study was to compare the pulp-dentinal complex response cavity prepared in human teeth using a Chemical Vapor Deposition (CVD) diamond tip coupled to ultrasound device and high-speed diamond bur. Class V buccal preparations were randomly performed in 40 premolars scheduled to be extracted for orthodontic reasons from 14 patients, aging 11 to 15 years-old. The cutting time was recorded and cavities were restored with a thin layer of gutta-percha and filled with glass ionomer cement. At intervals of 0, 5, 10 and 20 days, the teeth were extracted, decalcified, sectioned and stained by hematoxylin and eosin, Masson's trichrome and Brown and Brenn techniques. The inflammatory response and the cellular disorganization were blindly evaluated by two examiners. The remaining dentin thickness (RDT) was measured by a linear scale in a computer program and statistically analyzed by one-way ANOVA test ($p \leq 0.05$), showed no difference among cavity preparations with mean of 1132.50 μm . Cutting time and the pulp-dentinal complex responses were analyzed by Kruskal-Wallis and Dunn tests ($p \leq 0.05$). The CVD tip took 5 times longer to perform de cavity and there were none inflammatory characteristics pulp responses of cavities prepared with both cutting instruments, only a discrete or moderate cellular disorganization were present. Even taking longer to cut dental substrate, the CVD diamond tip in ultrasound was similar to the high-speed diamond bur regarding the pulp response.

DESCRIPTORS: Ultrasonics; Diamond; Dental Cavity Preparation; Dental Pulp.

INTRODUÇÃO

Uma das primeiras aplicações do ultra-som na Odontologia foi na década de 50, utilizado para a confecção de preparos cavitários e considerado uma técnica alternativa e menos invasiva que os instrumentos rotatórios cortantes¹. Este aparelho operava a uma frequência de 29kHz e necessitava de uma pasta abrasiva para permitir o processo de corte ou desgaste do esmalte e dentina². Apesar da lentidão de corte, da necessidade de um sugador mais potente para remover o volume de pasta formado durante o processo de corte, da remoção ineficiente de tecido cariado, do alto custo e do tamanho do aparelho, características favoráveis desta técnica, como a possibilidade de eliminar a anestesia local, a boa aceitação dos pacientes pela diminuição do ruído, vibração e calor e, especialmente, pela baixa pressão exercida com diminuição dos efeitos traumáticos à polpa dentária foram ressaltadas^{2,3}.

Naquela época, estudos demonstraram que as reações pulpare frente ao preparo cavitário realizado com ultra-som eram semelhantes aos verificados em preparos cavitários realizados com os instrumentos convencionais⁴⁻⁶. No entanto, o preparo cavitário ultra-sônico nunca se tornou popular, uma vez que a turbina de alta rotação, introduzida na mesma época, cortava o tecido dentário de forma rápida e eficiente³, ficando o uso do ultra-som limitado à periodontia e à endodontia.

No final do século XX foi novamente proposta, a aplicação do ultra-som na confecção de preparos cavitários, agora associado às pontas de diamante CVD (*Chemical Vapor Deposition*). Estas pontas são obtidas pela técnica de deposição química a vapor de uma camada única de diamante fortemente aderida a uma

haste de molibdênio, sendo o diamante formado capaz de resistir aos movimentos oscilatórios gerados pelo ultra-som. Desta forma, surgiu uma técnica alternativa à alta rotação para o corte do tecido dentário, com a possibilidade de minimizar o ruído e o desconforto causados pelo método convencional^{7,8}.

Além de dispensar a necessidade da aplicação da pasta abrasiva para a obtenção do corte, desvantagem associada ao antigo instrumento de corte ultrassônico, a ponta de diamante CVD em ultra-som é um instrumento de corte simples e exige do profissional que o utiliza pela primeira vez, um curto treinamento para se adaptar à mínima pressão que é necessária para que o ultra-som possa exercer sua efetividade de corte.

Apesar da ponta de diamante CVD associada ao aparelho de ultra-som ser uma tecnologia relativamente recente na Odontologia, com poucos estudos laboratoriais demonstrando seu comportamento no tratamento de dentes humanos e bovinos⁸⁻¹¹, muitos cirurgiões-dentistas utilizam este instrumento em seus consultórios e estão cada vez mais satisfeitos com seu desempenho clínico, especialmente quanto à preservação de estrutura dentária sadia¹²⁻¹⁴. No entanto, os profissionais naturalmente precisam conhecer os efeitos do preparo cavitário realizado com estas pontas no complexo dentino-pulpar.

Diante desta necessidade, o objetivo deste estudo *in vivo* foi avaliar a reação do complexo dentino-pulpar após preparo cavitário em dentes humanos utilizando a ponta de diamante CVD acoplada ao aparelho de ultra-som, comparando-a a ponta diamantada convencional em alta rotação. A hipótese nula a ser testada é de que não há diferença na resposta do complexo dentino-pulpar entre os dentes tratados por ambos os instrumentos de corte.

MATERIAL E MÉTODO

Quarenta premolares com indicação de extração por motivos ortodônticos, provenientes de 14 pacientes saudáveis com idades variando entre 11 e 15 anos, foram utilizados neste estudo. Os critérios de inclusão dos dentes foram a ausência de lesões de cárie, restaurações ou sinal de patologia periapical confirmada após exame clínico e radiográfico dos dentes. Todos os pacientes, assim como seus responsáveis, receberam esclarecimento verbal e escrito sobre todos os procedimentos clínicos e experimentais da pesquisa e assinaram os termos de consentimento e de doação dos dentes (Protocolo nº032/2005).

O procedimento operatório foi iniciado com profilaxia dos dentes com pasta de pedra-pomes e água, e anestesia tópica e local com anestésico contendo vasoconstritor. Utilizando aleatoriamente ponta cilíndrica de diamante CVD (cód. 8.2137 - CVDentus[®], CVDVale, São José dos Campos, São Paulo, Brasil) em ultra-som (N=20) e ponta diamantada cilíndrica (nº 1092 – KG – Sorensen[®], São Paulo, Brasil) em alta rotação (N=20), foram confeccionadas cavidades classe V com margens em esmalte padronizadas em 2mm de largura, 3mm de comprimento e 2mm de profundidade, verificados por meio de sonda milimetrada. O aparelho de ultra-som foi operado a 26kHz de frequência oscilatória, poder acústico de 24W com 50% da amplitude total de vibração da ponta sob irrigação mínima. A turbina de alta rotação foi operada com 380.000 rpm com 70psi de pressão de ar refrigerado. Novos instrumentos de corte foram utilizados a cada 5 preparos e o tempo total necessário para a completa confecção de cada preparo cavitário foi cronometrado, descontando-se os intervalos de tempo gastos para a verificação das dimensões da cavidade.

As cavidades preparadas tiveram as paredes axiais isoladas com uma fina camada de guta-percha^{15,16} e em seguida, restauradas com cimento de ionômero de vidro quimicamente ativado manipulado conforme as instruções do fabricante (Ketac™ Molar, 3M ESPE, Dental Products, Germany). Dez dentes (5 preparados com cada instrumento de corte) foram extraídos imediatamente após a finalização do preparo e os demais foram designados, conforme a disponibilidade do paciente, para serem extraídos aos 5, 10 e 20 dias de pós-operatório.

Seguida à extração, todos os dentes tiveram suas raízes perfuradas na porção média até atingir os canais radiculares utilizando-se ponta esférica diamantada esterilizada (nº 1013 – KG – Sorensen®) em alta rotação sob refrigeração e ficaram armazenados em solução de formol a 10% durante 72 horas para a fixação do tecido pulpar.

Após a fixação, os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas e iniciou-se o processo de descalcificação em solução de partes iguais de ácido fórmico a 50% e citrato de sódio a 20%¹⁷ que foi trocada a cada 3 dias, por aproximadamente 90 dias. Completada a descalcificação, os dentes foram lavados em água corrente, desidratados em séries crescentes de álcoois, diafanizados em xilol e incluídos em parafina para confecção dos blocos, permitindo cortes seriados de vestibular para lingual, no sentido do longo eixo do dente, com 6µm de espessura.

Foram obtidas 32 lâminas de cada dente e estas foram coradas pela Hematoxilina e Eosina (HE) e Tricrômico de Masson (TM) para análise histomorfológica, e pela técnica de coloração de Brown e Brenn para verificar a presença de bactérias. As lâminas, sem identificação dos grupos, foram avaliadas

duas vezes, com intervalo de uma semana, por dois examinadores calibrados para as características histológicas designadas sob a forma de escores, baseados nos critérios estabelecidos por Hebling et al.¹⁸ (1999) (Tabelas 1 e 2).

A resposta pulpar foi avaliada em microscópio óptico (Olympus BX51, Japão) e as imagens das lâminas foram fotografadas e transferidas para o computador por meio de uma câmera digital (Olympus CAMEDIA C5060, Japão) acoplada ao microscópio. Estas fotografias foram analisadas em um programa de manipulação de imagens (Image Tool) que permitiu medir em μm , a espessura da dentina remanescente (EDR). A medida final da EDR, para cada dente, foi obtida por meio da média de 3 medidas lineares, uma central e as outras duas nas extremidades.

A comparação entre os resultados dos escores intra e inter-examinadores foi realizada pela análise de correlação de Pearson ($p \leq 0,01$). A medida da EDR foi analisada estatisticamente pelo teste ANOVA a um critério ($p \leq 0,05$). Os resultados dos tempos cronometrados durante o preparo das cavidades e os escores finais atribuídos para os critérios histomorfológicos estabelecidos foram avaliados estatisticamente pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e teste de Dunn ($p \leq 0,05$).

Tabela 1: Critérios para atribuição de escores quanto à resposta celular inflamatória

Resposta celular inflamatória	Caracterização
Escore 0	Nenhuma ou poucas células inflamatórias na área pulpar correspondente à parede axial, caracterizando tecido normal
Escore 1	Discreta quantidade de células inflamatórias com predomínio de neutrófilos polimorfonucleares ou de leucócitos mononucleares.
Escore 2	Moderada quantidade de células inflamatórias envolvendo a polpa coronária
Escore 3	Intensa quantidade de células inflamatórias, caracterizando abscesso ou denso infiltrado celular envolvendo a polpa coronária

Tabela 2: Critérios para atribuição de escores quanto à desorganização tecidual

Desorganização tecidual	Caracterização
Escore 0	Tecido normal
Escore 1	Discreta rarefação celular e discreta desorganização da camada odontoblástica.
Escore 2	Moderada rarefação celular e moderada desorganização da camada odontoblástica.
Escore 3	Intensa rarefação celular e intensa desorganização da camada odontoblástica.

RESULTADOS

Durante os procedimentos clínicos não houve nenhuma exposição pulpar e decorridos os períodos pós-operatórios, nenhum paciente relatou sensibilidade nos dentes tratados.

Para a confecção das cavidades padronizadas, constatou-se que em média a ponta de diamante CVD em ultra-som consumiu 5 vezes mais tempo do que a ponta diamantada em alta rotação (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação, média e desvio padrão do tempo consumido por ambos os instrumentos de corte para a confecção dos preparos cavitários

Instrumento de corte	Tempo consumido (segundos)
Ponta de diamante CVD	417,15 (\pm 122,62) ^{a*}
Ponta diamantada	79,60 (\pm 38,62) ^{b*}

*Letras diferentes: presença de diferença estatisticamente significante

*Teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$)

A análise da correlação intra ($r=0,98/r=0,86$) e inter examinadores ($r=0,89$) mostrou resultados satisfatórios, com concordância acima de 80%. A análise estatística dos escores atribuídos durante a avaliação histomorfológica evidenciou que a resposta pulpar após a utilização de ambos os instrumentos de corte testados, independente dos períodos pós-operatórios, foi semelhante ($p > 0,05$). Os escores observados nos 40 dentes durante todos os períodos experimentais, segundo os 3 critérios estabelecidos estão resumidos na Tabela 4.

Tabela 4: Número de dentes para cada escore de acordo com o tipo de instrumento e critério de avaliação

Critério	Instrumento	Escore			
		0	1	2	3
Resposta inflamatória	Ponta de diamante CVD	19	1	0	0
	Ponta diamantada	18	1	1	0
Desorganização tecidual	Ponta de diamante CVD	0	12	7	1
	Ponta diamantada	0	10	9	1

De um modo geral, no tecido pulpar dos dentes com cavidades preparadas por ambos os instrumentos de corte, não foram evidenciadas células inflamatórias adjacente à parede axial, caracterizando tecido normal. Somente 3 dentes apresentaram presença de células inflamatórias, sendo que em um destes a

cavidade havia sido preparada com a ponta de diamante CVD em ultra-som e os outros 2 com ponta diamantada em alta rotação (Figura 1).

Diferente das características de uma polpa normal (Figura 2), foi verificada na maioria dos dentes tratados, a presença de uma discreta ou moderada rarefação celular na porção central da polpa associada à desorganização ou ruptura da camada odontoblástica, independente do tipo de instrumento de corte utilizado (Figuras 3 e 4). Além deste padrão de desorganização celular, alguns dentes também apresentaram vasos sanguíneos dilatados na porção central da polpa, apesar de o tecido conjuntivo apresentar-se normal com fibroblastos e substâncias intercelulares amorfa e fibrosa organizadas no sentido do longo eixo da polpa (Figura 5)

A coloração de Brown e Brenn não evidenciou bactérias nos dentes tratados tanto pela ponta de diamante CVD em ultra-som quanto pela ponta diamantada em alta rotação.

A análise das medidas da EDR descrita na Tabela 5 comprova a padronização dos preparos cavitários quanto à distância entre a parede axial da cavidade e a polpa dentária, sendo que ao considerar todas as cavidades, independente do instrumento de corte utilizado, em média a EDR foi de 1132,50 μ m (\pm 338,38 μ m) e está representada pela Figura 6.

Tabela 5. Comparação, média e desvio padrão da espessura de dentina remanescente (EDR) após confecção dos preparos cavitários

Instrumento de corte	EDR (μm)
Ponta de diamante CVD	1164,04 (\pm 331,37) ^{a*}
Ponta diamantada	1100,96 (\pm 350,88) ^{a*}

*Letras iguais: ausência de diferença estatisticamente significativa

*ANOVA a um critério (p=0,56)

DISCUSSÃO

A redução do ruído, a melhor visibilidade do campo operatório devido à angulação da ponta e ao mecanismo de irrigação onde a água percorre toda a ponta ativa sem formação de aerossol, depositando-se no fundo da cavidade, foram os aspectos clínicos positivos da ponta de diamante CVD em ultra-som em comparação à ponta diamantada em alta rotação. Os pacientes tratados por ambos os instrumentos de corte relataram que a ponta de diamante CVD em ultra-som promove menos desconforto durante o preparo cavitário, devido ao som menos desagradável e de menor intensidade, à menor pressão exercida sobre o dente e à redução da vibração característica da alta rotação, perceptível inclusive no dente anestesiado.

Mesmo reconhecendo vários fatores positivos, pode-se observar que a ponta de diamante CVD em ultra-som consumiu 6,57 minutos e a ponta diamantada em alta rotação 1,19 minutos para confeccionar cada preparo cavitário, ou seja, 5 vezes mais tempo. Vieira et al.¹⁰ (2007) confeccionando cavidades com dimensões semelhantes à do presente estudo em incisivos, relataram que em média a ponta de diamante CVD em ultra-som consumiu 7,9 vezes mais tempo do que a ponta diamantada em alta rotação. No entanto, é importante salientar que esta grande diferença entre os tempos de preparo pode estar relacionada ao substrato, uma vez que os preparos cavitários foram confeccionados em superfícies lisas e hígidas em esmalte. Em avaliações clínicas, embora existam relatos da diferença entre a velocidade de corte desses instrumentos, esta não é tão expressiva^{12-14,19}.

Durante o preparo de cavidades a intensidade do dano gerado à polpa é determinada pela velocidade de rotação do instrumento de corte²⁰, tamanho, tipo e formato do instrumento de corte²¹, duração do tempo de contato entre o instrumento e a dentina²², a pressão exercida sobre o dente²¹, a espessura de dentina remanescente²³ e a utilização de técnicas de refrigeração²⁴. A maioria destes fatores de interferência é bastante distinta entre os instrumentos de corte testados. Primeiramente pelo próprio sistema de funcionamento, oscilatório no ultra-som e rotacional na alta rotação, que necessita de pressões diferentes para que a ponta ativa promova o corte. Na alta rotação é preciso pressionar a ponta contra o dente, diferente do ultra-som, onde a ponta ativa deve tocar levemente o dente para permitir o movimento oscilatório dado pelo ultra-som. Além disso, embora tenham um mesmo diâmetro (1mm), a ponta de diamante CVD é obtida por um processo físico-químico de formação do diamante sobre uma haste de molibdênio, é uma ponta com a haste angulada e a irrigação dada pelo ultra-som a percorre continuamente, enquanto a ponta diamantada convencional é obtida pela adesão de lascas de diamante a uma haste metálica, é uma ponta reta e a irrigação dada pela alta rotação ocorre por meio de um jato de ar/água que atinge somente a extremidade da ponta ativa.

Embora a ponta de diamante CVD em ultra-som tenha consumido 5 vezes mais tempo do que a ponta diamantada em alta rotação para a confecção do preparo cavitário, e conseqüentemente tenha permanecido mais tempo em contato com o dente, a resposta do complexo dentino-pulpar foi similar após a utilização de ambos os instrumentos de corte, com ausência de inflamação e presença de uma discreta a moderada desorganização celular. Estes resultados corroboram

com estudos prévios realizados para avaliação do efeito da alta rotação na resposta pulpar, onde se constatou que esta não produz danos permanentes à polpa, desde que o dente tratado seja constantemente resfriado pelo jato de ar/água, que a pressão operatória exercida seja mínima, e que o preparo cavitário esteja a pelo menos 0,5mm da polpa²⁵⁻²⁷.

Segundo Murray et al.²⁸ (2002), dentre as variáveis relacionadas ao preparo cavitário e ao procedimento restaurador que causam danos à polpa, as mais importantes são a espessura de dentina remanescente e o tipo de material restaurador. Apesar de difícil controle clinicamente, no presente estudo não houve diferença estatisticamente significativa entre as espessuras de dentina remanescente das cavidades preparadas por ambos os instrumentos, obtendo-se em média uma EDR de 1132,50µm ($\pm 338,38\mu\text{m}$), valores que caracterizam uma cavidade média (mínimo de 1,5mm de remanescente dentinário) a profunda (de 1 a 0,5mm). A escolha do cimento de ionômero de vidro como material restaurador se deu devido à sua biocompatibilidade, descartando a possibilidade de sensibilidade pós-operatória^{29,30}. Além disso, seguindo a recomendação de Sant'Anna¹⁵ (2001) e Villa¹⁶ (2005), as cavidades tiveram as paredes axiais isoladas com uma fina camada de guta-percha para isolar as cavidades e facilitar a posterior remoção do material restaurador.

A dentina terciária ou reacional é produzida pelos odontoblastos diretamente envolvidos no processo irritativo em reação a vários estímulos, tais como atrição, cárie ou a um procedimento restaurador do dente, como é o caso do preparo cavitário³¹. Sua formação ocorre em locais específicos em resposta à injúria e deve ser considerada uma evidência de irritação³². No presente estudo,

não foi constatada a formação da dentina terciária nos dentes tratados, provavelmente devido à baixa nocividade apresentada após o preparo cavitário confeccionado pelos instrumentos de corte testados. Além disso, há evidências de que a dentina terciária só pode ser observada após 28 dias do estímulo^{33,34} e neste estudo, o período pós-operatório mais longo foi de 20 dias, devido à falta de disponibilidade de tempo dos pacientes que necessitavam retornar ao tratamento ortodôntico.

Apesar de este estudo ser o primeiro a avaliar a resposta pulpar após o preparo cavitário com a ponta de diamante CVD em ultra-som, estudos prévios que compararam o antigo instrumento ultra-sônico com o instrumento de corte convencional, também não observaram diferenças estatisticamente significantes entre as reações pulpares observadas após a utilização dos instrumentos avaliados, que não foram agressivos ao tecido pulpar⁴⁻⁶.

A utilização da ponta de diamante CVD em ultra-som não produziu alterações pulpares durante a realização dos preparos cavitários, no entanto, outros estudos precisam ser feitos em cavidades bastante profundas (até 0,5mm de remanescente dentinário) ou quando houver exposição pulpar, e para avaliar em longo prazo, seu comportamento clínico após diferentes procedimentos restauradores.

CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados do presente estudo e respeitando-se as limitações deste estudo *in vivo*, concluiu-se que apesar do maior tempo de preparo, a ponta de diamante CVD em ultra-som não causou danos severos ao

complexo dentino-pulpar após confecção de cavidades médias e profundas em dentes humanos; sendo estes efeitos semelhantes aos verificados nos dentes preparados pela ponta diamantada em alta rotação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo suporte financeiro dado para este estudo (processo 05/01277-0).

REFERÊNCIAS

1. Catuna MC. Sonic energy. A possible dental application. Preliminary report of an ultrasonic cutting method. *Ann Dent.* 1953; 12: 256-60.
2. Postle .H. Ultrasonic cavity preparation. *J Prosthet Dent.* 1958; 8: 153-60.
3. Street EV. A critical evaluation of ultrasonics in dentistry. *J Prosthet Dent.* 1959; 9: 132-41.
4. Oman CR. Further report on use of ultrasonics in dentistry. *Ann Dent.* 1955; 14: 1.
5. Hansen LS, Nielsen A. Comparison of tissue response to rotary and ultrasonic dental cutting procedures. *J Am Dent Assoc.* 1956; 52: 131.
6. Butt BG, Harris NO, Shannon I, Zander HA. Ultrasonic removal of tooth structure 1. A histopathologic evaluation of pulpal response in monkeys after ultrasonic cavity preparation. *J Am Dent Assoc.* 1957; 55: 32-6.

7. Trava-Airoldi VJ, Corat EV, Santos LV, Diniz AV, Moro JR, Leite NF. Very adherent CVD diamond film on modified molybdenum surface. *Diamond and Related Materials*. 2002; 11: 532-5.
8. Lima LM, Motisuki C, Santos-Pinto L, Santos-Pinto A, Corat EJ. Cutting characteristics of dental diamond burs made with CVD technology. *Braz Oral Res*. 2006; 20: 155-61.
9. Predebon JC, Lima LM, Flório FM, Santos-Pinto L, Basting RT. Micromorphologic assessment of CVD (Chemical Vapor Deposition) and conventional diamond tips and their cutting effectiveness. *J Mater Sci*. 2007; 42: 8454-60.
10. Vieira AS, Santos MP, Antunes LA, Primo LG, Maia LC. Preparation time and sealing effect of cavities prepared by an ultrasonic device and a high-speed diamond rotary cutting system. *J Oral Sci*. 2007; 49: 207-11
11. Cardoso MV, Coutinho E, Ermis RB, Poitevin A, Van Landuyt K, De Munck J, Carvalho RC, Van Meerbeek B. Influence of dentin cavity surface finishing on micro-tensile bond strength of adhesives. *Dent Mater*. 2008; 24: 492-501.
12. Predebon JC, Florio FM, Basting RT. Use of CVDentUS diamond tips for ultrasound cavity preparation. *J Contemp Dent Pract*. 2006; 7: 50-8.
13. Carvalho FG, Josgrilberg EB, Cordeiro RCL, Flores VO. Tratamientos menos invasivos – utilización de los sistemas de aire abrasivo y puntas CVD. *Acta Odontol Venez*. 2006; 44: 23-7.
14. Carvalho CA, Fagundes TC, Barata TJ, Trava-Airoldi VJ, Navarro MF. The use of CVD diamond burs for ultraconservative cavity preparations: a report of two cases. *J Esthet Restor Dent*. 2007; 19: 19-28.

15. Sant'Anna GR. Estudo in vivo do efeito da terapia fotodinâmica sobre dentina de dentes decíduos: análise microbiológica e MEV. [Dissertação de mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2001.
16. Villa, Girlene Evangelista Prezotto. Análise “in vivo” da Formação de Dentina Reacional Quando Tratada com Laser de Baixa Intensidade [Tese de doutorado]. Ribeirão Preto: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2005.
17. Morse A. Formic acid-sodium citrate decalcification and butyl alcohol dehydration of teeth and bone for sectional in paraffin. *J Dent Res.* 1945; 24: 143-53.
18. Hebling J, Giro EMA, Costa CAS. Biocompatibility of an adhesive system applied to exposed human dental pulp. *J Endod.* 1999; 25: 676-82.
19. Antonio AG, Primo LG, Maia LC. Case report: ultrasonic cavity preparation - - an alternative approach for caries removal in paediatric dentistry. *Eur J Paediatr Dent.* 2005; 6: 105-8.
20. Hatton JF, Holtzmann DJ, Ferrillo PJ Jr, Stewart GP. Effect of handpiece pressure and speed on intrapulpal temperature rise. *Am J Dent Res.* 1994; 7: 108-10.
21. Ottl P, Lauer HC. Temperature response in the pulp chamber during ultrahigh-speed tooth preparation with diamond burs of different grit. *J Prosthet Dent.* 1998; 80: 12-9.
22. Ohmoto K, Taira M, Shintani H, Yamaki M. Studies on dental high-speed cutting with carbide burs used on bovine dentin. *J Prosthet Dent.* 1994; 71: 319-23.

23. Stanley HR, Conti AJ, Graham C. Conservation of human research teeth by controlling cavity depth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1975; 39: 151-6.
24. Lloyd BA, Rich JA, Brown WS. Effect of cooling techniques on temperature control and cutting rate for high-speed dental drills. *J Dent Res.* 1978; 57: 675-84.
25. Stanley HR, Swerdlow H. Reaction of the human pulp to cavity preparation: results produced by eight different operative grinding techniques. *J Am Dent Assoc.* 1959; 58: 49-60.
26. Swerdlow H, Stanley HR Reaction of the human pulp to cavity preparation. Part II.: at 150.000r.p.m. with air-water spray. *J Prosthet Dent.* 1959; 9: 121-31.
27. Stanley HR, Swerdlow H. Biologics effects of various cutting methods in cavity preparation: the part pressure plays in pulpal response. *J Am Dent Assoc.* 1960; 61: 450-6.
28. Murray PE, Smyth TW, Hafez AA, Cox CF. Analysis of pulpal reactions to restorative procedures, materials, pulp capping, and future therapies. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2002; 13: 509-20.
29. Ogasawara T, Yoshimine Y, Yamamoto M, Akamine A. Biocompatibility of an experimental glass-ionomer cement sealer in rat mandibular bone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003; 96: 458-65.
30. Shimada Y, Seki Y, Sasafuchi Y, Arakawa M, Burrow MF, Otsuki M, Tagami J. Biocompatibility of a flowable composite bonded with a self-etching adhesive compared with a glass ionomer cement ad a high copper amalgam. *Oper Dent.* 2004; 29: 23-8.

31. Ten Cate, A.R. *Histological Bucal: Desenvolvimento, Estrutura e Função*. Rio de Janeiro: Guanabara; 2001. 440p.
32. Elbaum R, Remusat M, Brouillet JL. Biocompatibility of an enamel-dentin adhesive. *Quintessence Int.* 1992; 23:773-82.
33. Murray PE, About I, Lumley PJ, Franquin JC, Remusat M, Smith AJ. Human odontoblast cell numbers after dental injury. *J Dent.* 2000; 28: 277-85.
34. Murray PE, About I, Lumley PJ, Smith G, Franquin JC, Smith AJ. Postoperative pulpal and repair responses *J Am Dent Assoc.* 2000; 131: 321-9.

FIGURAS

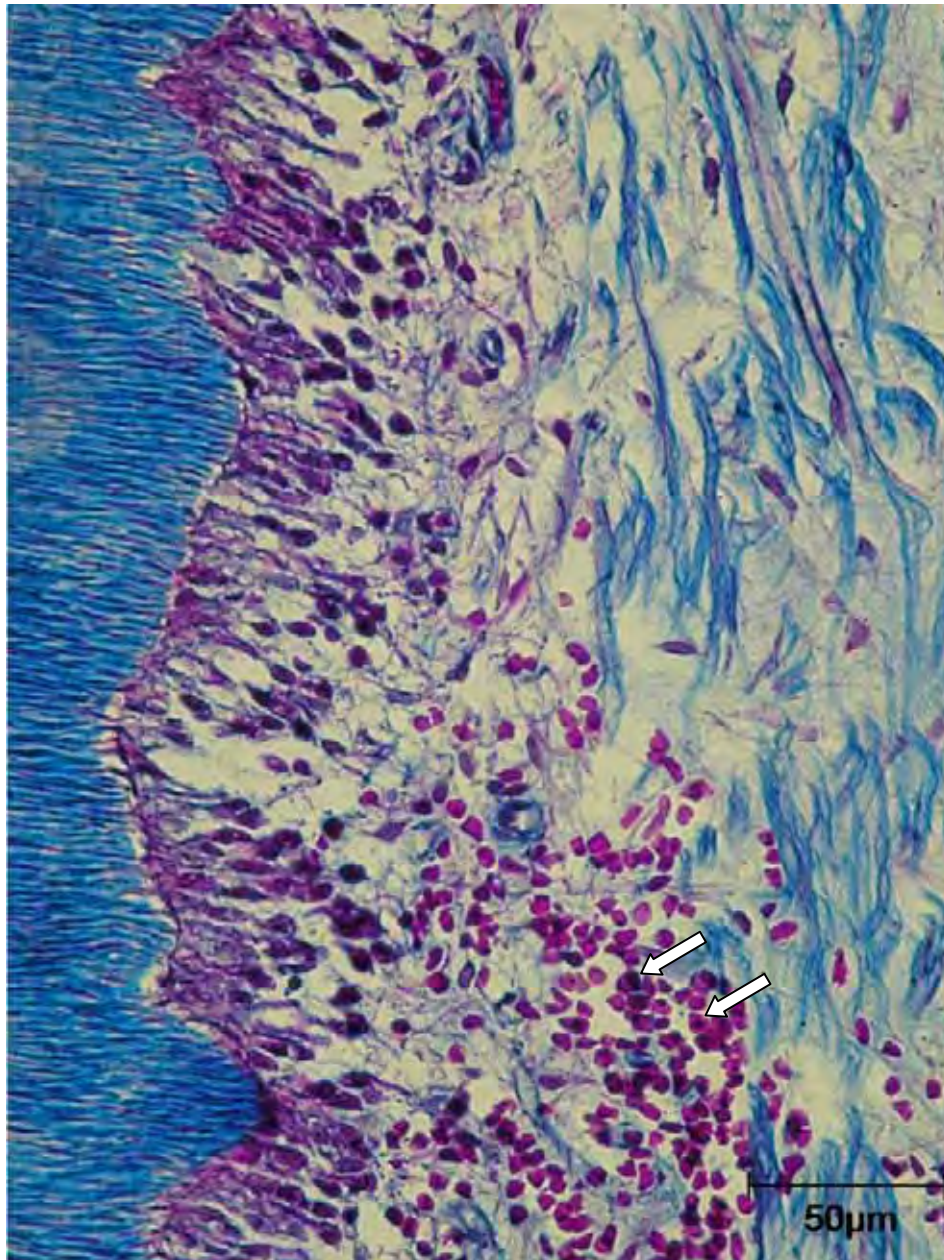


Figura 1: Dente tratado com ponta diamantada em alta rotação, 10 dias de pós-operatório. Observa-se discreta quantidade de células inflamatórias com predomínio de neutrófilos polimorfonucleares e leucócitos mononucleares - setas (TM – 400X).

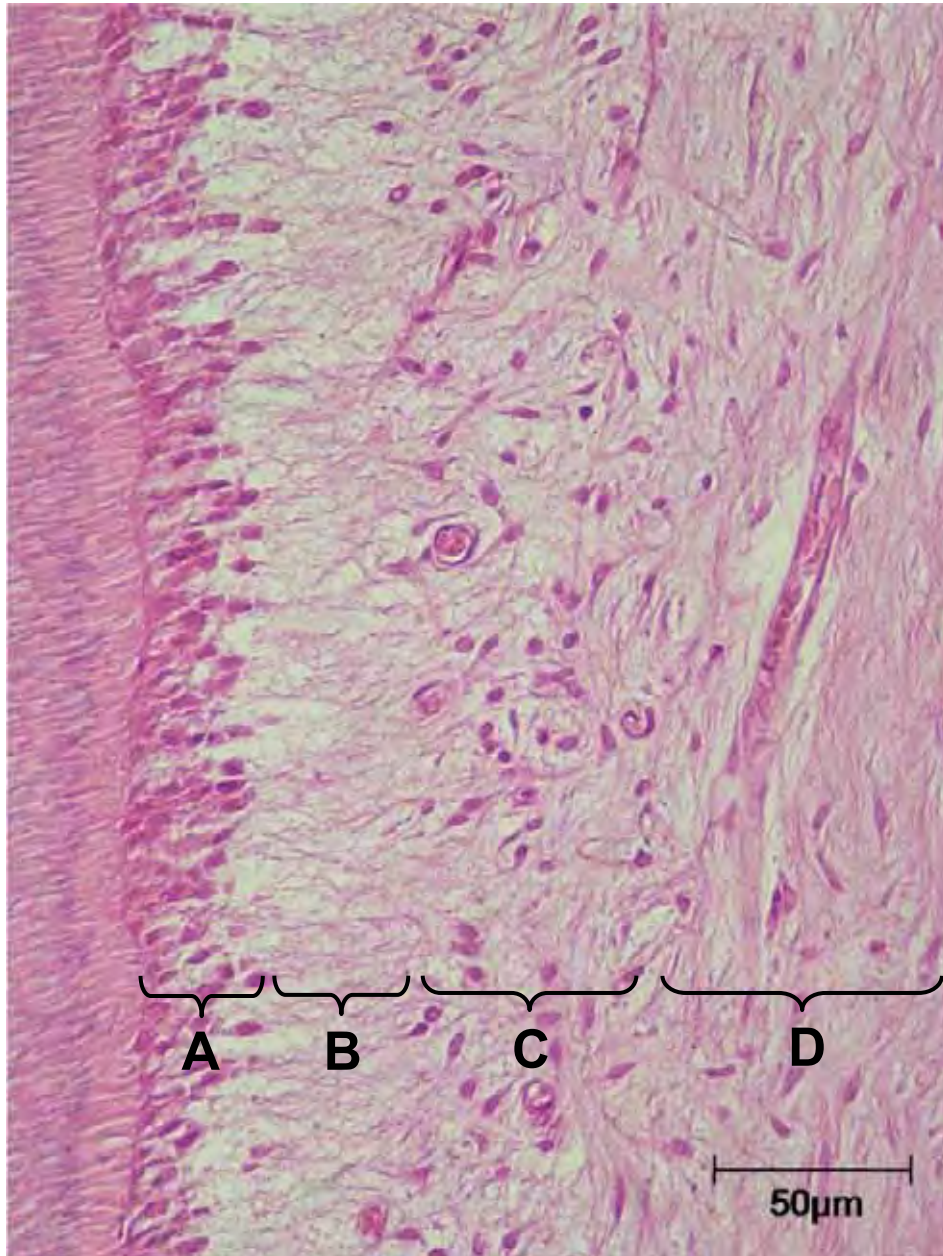


Figura 2: Características normais da polpa: (A) Camada odontoblástica na periferia da polpa, odontoblastos dispostos em paliçada; (B) Camada acelular de Weil, abaixo da camada odontoblástica; (C) Camada rica em células; (D) Centro da polpa, caracterizado por vasos e nervos maiores (TM – 400X).

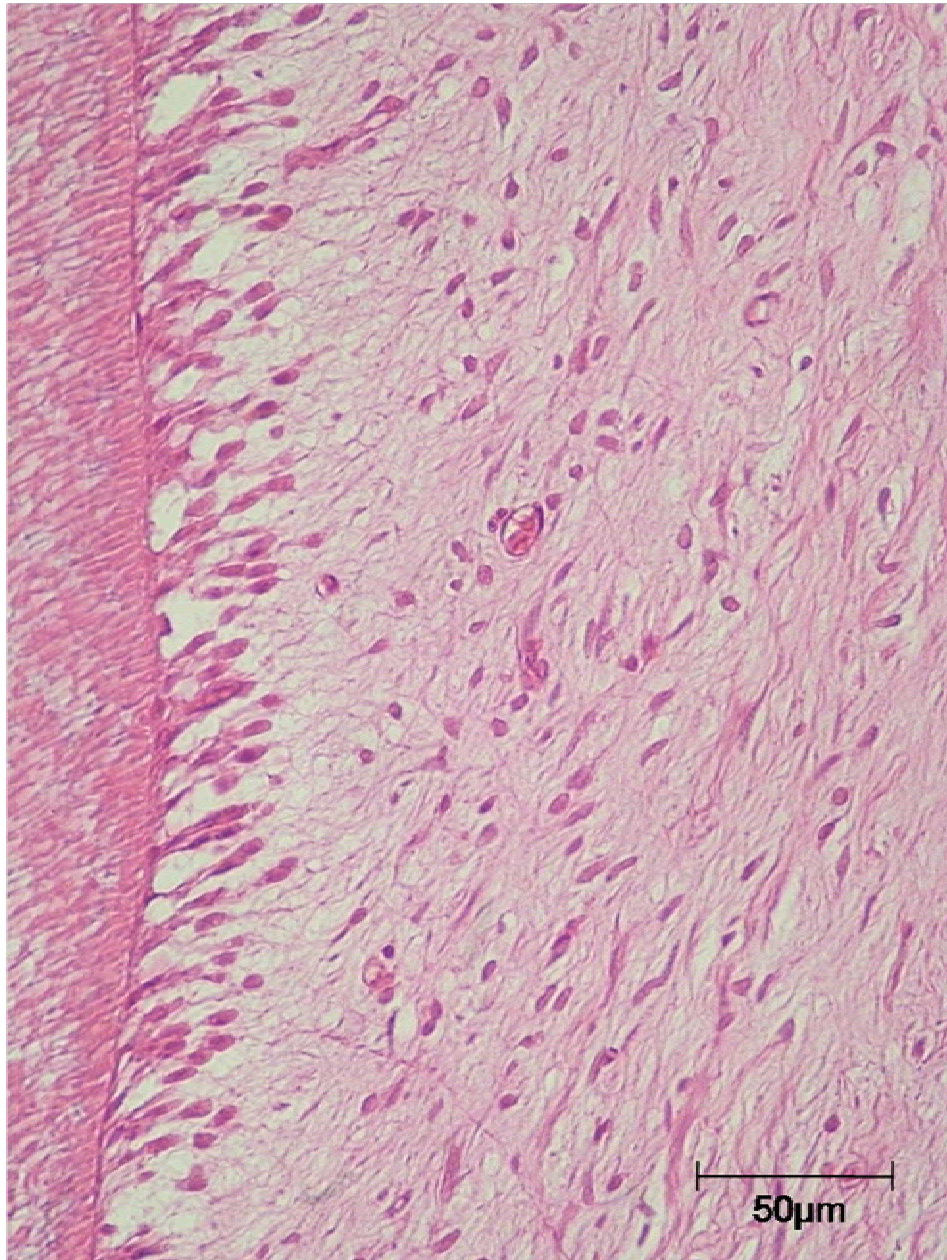


Figura 3: Dente tratado pela ponta de diamante CVD em ultra-som, 20 dias de pós-operatório. Discreta rarefação e discreta desorganização e ruptura da camada odontoblástica pode ser observada (HE – 400X).

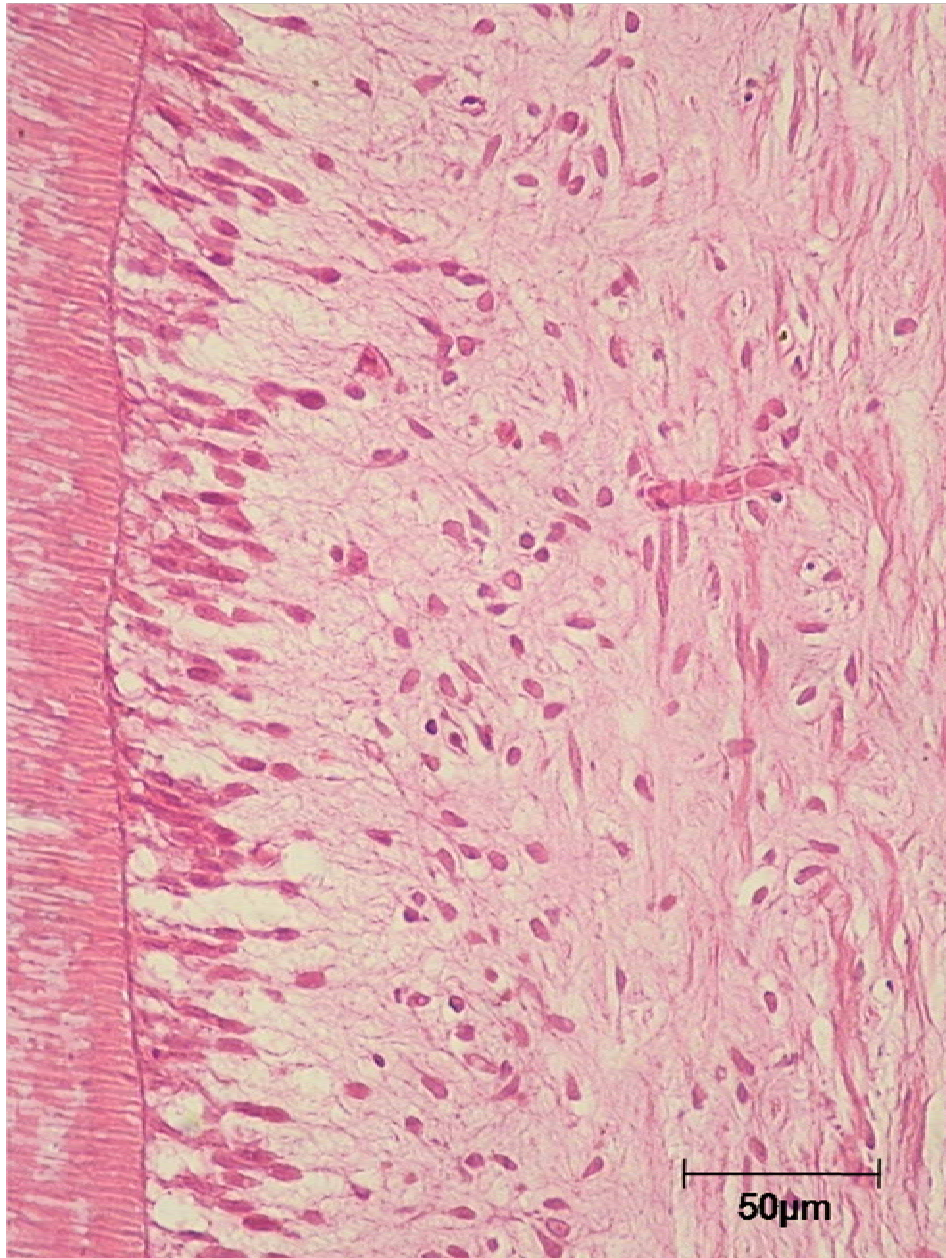


Figura 4: Dente tratado pela ponta diamantada em alta rotação, 20 dias de pós-operatório. Uma discreta rarefação celular e discreta desorganização e ruptura da camada odontoblástica pode ser observada (HE – 400X).

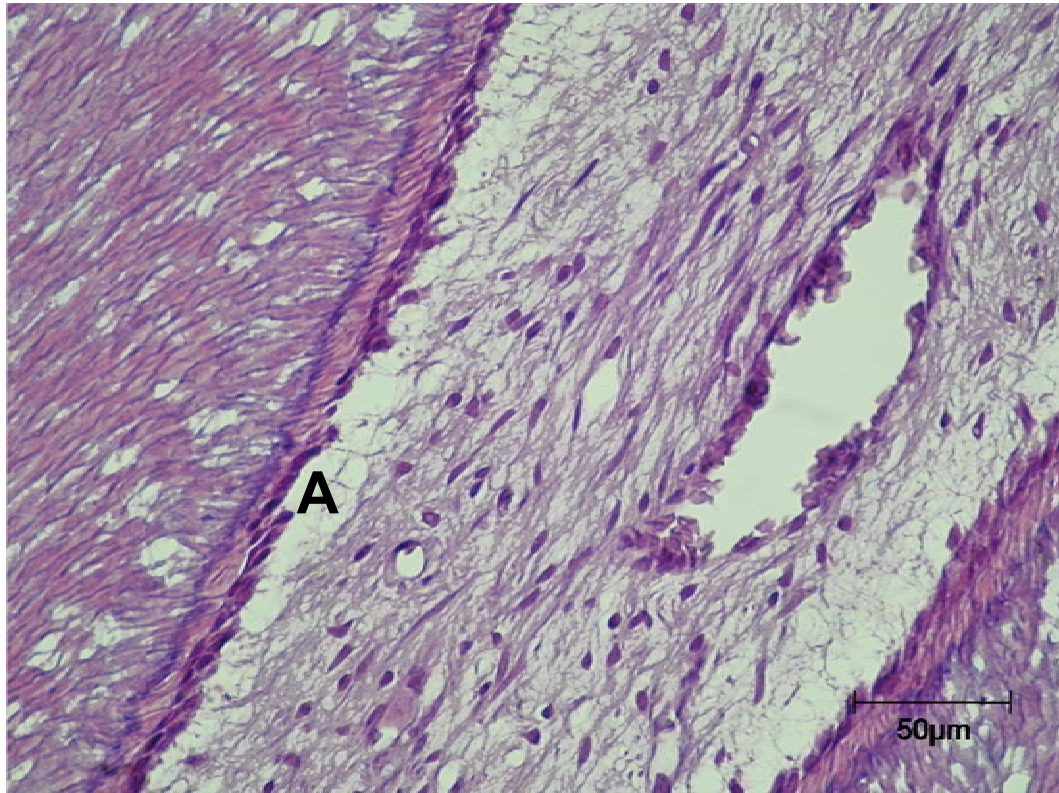


Figura 5: Tecido conjuntivo pulpar logo abaixo da parede axial do preparo com ponta de diamante CVD em ultra-som, período imediato. Presença de pré-dentina formando uma estreita faixa revestida por odontoblastos desorganizados (A). Tecido conjuntivo normal com presença de vasos sanguíneos dilatados na porção central da polpa (HE – 400X).

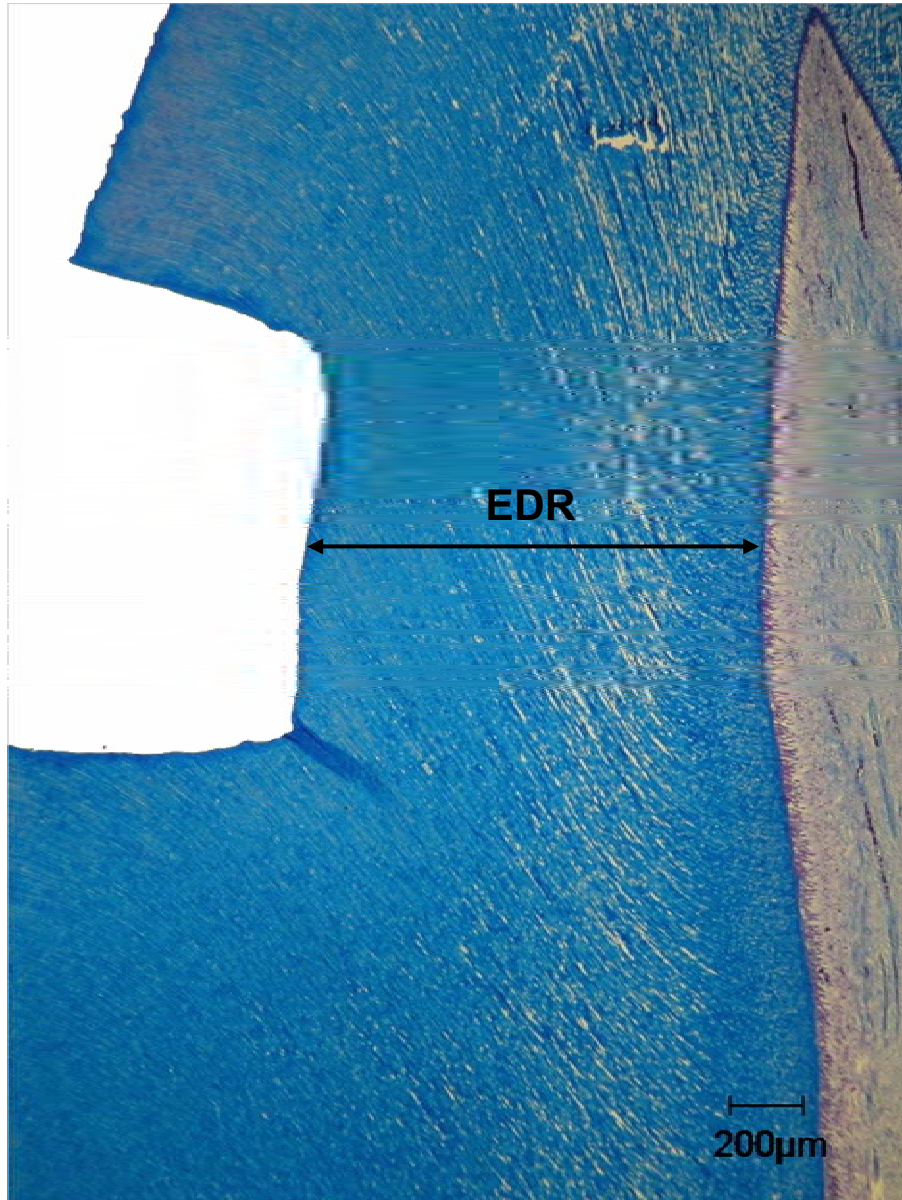


Figura 6: Espessura da dentina remanescente (EDR): relação entre a parede axial dos preparos cavitários e a polpa dentária. Neste dente a EDR é de 1126,92 μ m (TM – 40X).

A busca por evidências científicas que suportem a utilização das pontas de diamante CVD em ultra-som como instrumento alternativo no tratamento odontológico motivou o presente estudo que, por meio de diferentes experimentos, comparou estas pontas à ponta diamantada convencional acoplada à turbina de alta rotação. Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- ⇒ A ponta de diamante CVD em ultra-som apresentou características de corte mais conservadoras do que a ponta diamantada em alta rotação, promovendo cavidades mais rasas e mais estreitas em esmalte e dentina de dentes humanos;
- ⇒ As restaurações de resina composta confeccionadas após tratamento da superfície dentinária com a ponta de diamante CVD em ultra-som apresentaram maiores valores de resistência de união à microtração;
- ⇒ As restaurações de resina composta confeccionadas após preparo cavitário com a ponta de diamante CVD em ultra-som apresentaram valores de porcentagem de microinfiltração semelhantes aos obtidos após o preparo cavitário com a ponta diamantada em alta rotação, tanto nas margens oclusais, quanto nas cervicais;

⇒ Não houve características de inflamação nas respostas pulpares após a utilização de ambos os instrumentos de corte, apenas uma discreta a moderada desorganização celular.

Desta forma, embora ainda não se tenha um completo entendimento da ação das pontas de diamante CVD em ultra-som, acredita-se que estas são uma alternativa viável para uso no tratamento odontológico.

Referências*

1. Antonio AG, Primo LG, Maia LC. Case report: ultrasonic cavity preparation -- an alternative approach for caries removal in paediatric dentistry. *Eur J Paediatr Dent*. 2005; 6: 105-8.
2. Borges CFM, Magne P, Pfender E, Heberlein J. Dental diamond burs made with a new technology. *J Prosthet Dent*. 1999; 82: 73-9.
3. Cardoso MV, Coutinho E., Ermis RB, Poitevin A, Van Landuyt K, De Munck J et al. Influence of dentin cavity surface finishing on micro-tensile bond strength of adhesives. *Dent Mater*. 2008; 24: 492-501.
4. Carvalho CA, Fagundes TC, Barata TJ, Trava-Airoldi VJ, Navarro MF. The use of CVD diamond burs for ultraconservative cavity preparations: a report of two cases. *J Esthet Restor Dent*. 2007; 19: 19-28.
5. Carvalho FG, Josgrilberg EB, Cordeiro RCL, Flores VO. Tratamientos menos invasivos – utilización de los sistemas de aire abrasivo y puntas CVD. *Acta Odontol Venezolana*. 2006; 44: 23-7.
6. Diniz MB, Rodrigues JA, Chinelatti MA, Cordeiro RCL. Microinfiltração marginal em cavidades preparadas com pontas CVDentUS[®] e diamantadas convencionais. *Cienc Odontol Bras*. 2005; 8: 75-81.
7. Grajower R, Zeitchick A, Rajstein J. The grinding efficiency of diamond burs. *J Prosthet Dent*. 1979; 42: 422-8.

*De acordo com o estilo Vancouver. Disponível no site: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

8. Hartley JL, Hudson DC, Sweeney WT, Dickson G. Methods for evaluation of rotating diamond-abrasive dental instruments. *J Am Dent Assoc.* 1957; 54: 637-44.
9. Lima LM, Motisuki C, Santos-Pinto L, Santos-Pinto A, Corat EJ. Cutting characteristics of dental diamond burs made with CVD technology. *Braz Oral Res.* 2006; 20: 155-61.
10. Martins MEL, Faria MR, Matson MR. Análise micromorfológica da dentina humana condicionada por primer autocondicionante variando-se a técnica de preparo: ponta diamantada, broca carbide e ponta CVDentus. *Pesq Bras Odontoped Clin Integr.* 2006; 6: 161-6.
11. Pedro R de L, Antunes LA, Vieira AS, Maia LC. Analysis of primary and permanent molars prepared with high speed and ultrasonic abrasion systems. *J Clin Pediatr Dent.* 2007; 32: 49-52.
12. Predebon JC, Florio FM, Basting RT. Use of CVDentUS diamond tips for ultrasound cavity preparation. *J Contemp Dent Pract.* 2006; 7: 50-8.
13. Predebon JC, Lima LM, Flório FM, Santos-Pinto L, Basting RT. Micromorphologic assessment of CVD (Chemical Vapor Deposition) and conventional diamond tips and their cutting effectiveness. *J Mater Sci.* 2007; 42: 8454-60.
14. Siegel SC, Von Fraunhofer A. Dental cutting: the historical development of diamond burs. *J Am Dent Assoc.* 1998; 129: 740-5.

15. Trava-Airoldi VJ, Corat EJ, Santos LV, Diniz AV, Moro JR, Leite NF
Very adherent CVD diamond film on modified molybdenum surface.
Diamond and Related Materials. 2002; 11: 532-5.
16. Vieira AS, Santos MP, Antunes LA, Primo LG, Maia LC. Preparation time
and sealing effect of cavities prepared by an ultrasonic device and a high-
speed diamond rotary cutting system. J Oral Sci. 2007; 49: 207-11.



ANEXOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

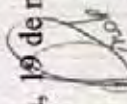


Comitê de Ética em Pesquisa

Certificado

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "**EFETIVIDADE DE CORTE DAS PONTAS DO SISTEMA CVDENTUS. ESTUDO IN VITRO**" sob o protocolo nº 20/02, e o relatório final de responsabilidade do (a) Pesquisador (a) **LUCIANA MONTE LIMA**, estão de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa-FOAr.

Araraquara, 19 de março de 2004.


Prof. Dr. **Marlián Aparecida Onofre**
Coordenadora



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA



Comitê de Ética em Pesquisa

Certificado

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "**COMPARAÇÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE PREPARO CAVITÁRIO QUANTO A RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE RESTAURAÇÕES EM RESINA COMPOSTA**", sob o protocolo nº 14/05 e o relatório final de responsabilidade do Pesquisador (a) **CRISTIANE MOTISUKI**, estão de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa-FOAr.

Certify that the research project titled "**EFFECT OF DIFFERENT CAVITY PREPARATION TECHNIQUE ON COMPOSITE RESIN MICROTENSILE BOND STRENGTH**", protocol number 14/05, and final technical report, under Dr **CRISTIANE MOTISUKI**, responsibility, is under the terms of Conselho Nacional de Saúde/MS resolution # 196/96, published on May 10, 1996. This research has been approved by Research Ethic Committee, FOAr-UNESP.

Araraquara, 23 de outubro de 2006.

Profª Drª **Miriam Aparecida Onofre**
Coordenadora

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA



Comitê de Ética em Pesquisa

Certificado

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "**AVALIAÇÃO DE RESTAURAÇÕES ADESIVAS ASSOCIADAS A CAVIDADES PREPARADAS POR DIFERENTES TECNOLOGIAS**", sob o protocolo nº 75/04 e o relatório final de responsabilidade do Pesquisador (a) **CRYSYANE MOTISUKI**, estão de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa-FOAr.

Certify that the research project titled "**EVALUATION OF ADHESIVE RESTORATIONS PLACED IN CAVITIES PREPARED WITH DIFFERENTS TECHNOLOGIES**", protocol number 75/04, and final technical report, under Dr **CRYSYANE MOTISUKI**, responsibility, is under the terms of Conselho Nacional de Saúde/MS resolution # 196/96, published on May 10, 1996. This research has been approved by Research Ethic Committee, FOAr-UNESP.

Araraquara, 17 de abril de 2006.

Profª Drª **Miriam Aparecida Onofre**
Coordenadora

FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE BARRETOS



CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Criado pela Resolução nº 01/93 do Conselho Diretor da FEB

Protocolo nº 032/2005

Interessado: Profª. Dra. Marlei Aparecida Seccani Galassi

Projeto: "Efeito histopatológico de preparos cavitários realizados com ponta diamantada ultra-sônica"

Despacho nº 02 - Comitê de Ética em Pesquisa

O projeto "**Efeito histopatológico de preparos cavitários realizados com ponta diamantada ultra-sônica**", encontra-se **adequado em conformidade** com as orientações constantes da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS.

Por essa razão, o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Pós-Graduação das Faculdades Unificadas da Fundação Educacional de Barretos considera o referido projeto estruturado dentro de padrões éticos e é de **PARECER FAVORÁVEL** à sua execução.

Lembramos V. S. da necessidade de entrega de relatório parcial ou final, que deverá ser feito no prazo de 90 (noventa) dias.

Sendo só o que se apresenta para o momento, despedimo-nos reiterando protestos de estima e consideração.

Barretos, 22 de dezembro de 2005

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Caetano da Silva', is written over a horizontal line. The signature is fluid and cursive.

Prof. MSc. José Caetano da Silva
Coordenador do CEP/FEB