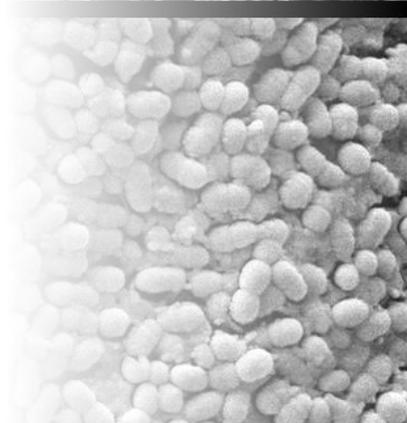
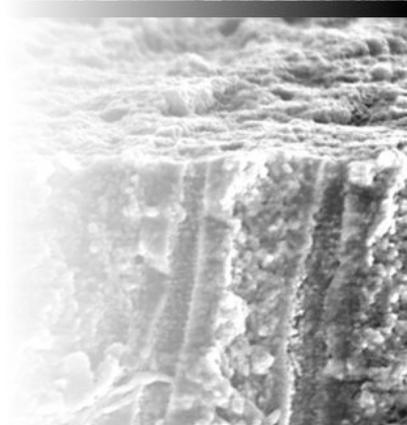


**Paula Jacques**



**Adesão à dentina após  
remoção mecânica ou  
química de tecido cariado**



**Araraquara - 2005**

**PAULA JACQUES**

**ADESÃO À DENTINA APÓS REMOÇÃO MECÂNICA  
OU QUÍMICA DE TECIDO CARIADO**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista – UNESP, para a obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas, Área de Concentração: Odontopediatria.

Orientadora: Profa. Dra. Josimeri Hebling

ARARAQUARA  
2005

Jacques, Paula

Adesão à dentina após remoção mecânica ou química de tecido  
cariado / Paula Jacques. – Araraquara: [s.n.], 2005

160 f. ; 30 cm.

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

Orientadora: Profa. Dra. Josimeri Hebling

1. Resistência à tração 2. Dentina 3. Cárie dentária  
4. Camada de esfregaço 5. Adesivo I. Título.

**PAULA JACQUES**

**ADESÃO À DENTINA APÓS REMOÇÃO MECÂNICA  
OU QUÍMICA DE TECIDO CARIADO**

COMISSÃO JULGADORA

TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR

Presidente e orientador: Profa. Dra. Josimeri Hebling

2° Examinador: Prof Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti

3° Examinador: Profa. Dra. Regina Maria Pupin-Rontani

4° Examinador: Prof. Dr. Luís Geraldo Vaz

5° Examinador: Profa. Dra. Elisa Maria Aparecida Giro

## **DADOS CURRICULARES**

### **PAULA JACQUES**

<b>NASCIMENTO</b>	16/ 06/ 1971, em Porto Alegre, RS
<b>FILIAÇÃO</b>	Sandra Borges Jacques e Paulo José Baltazar Jacques
<b>1989-1993</b>	Curso de Graduação em Odontologia na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Ceará – UFC
<b>1994- 1995</b>	Estágio na Disciplina de Odontologia Social da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – FOP, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
<b>1994-1995</b>	Curso de Especialização em Odontopediatria na Faculdade de Odontologia de Piracicaba – FOP, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
<b>1996</b>	Estágio no CEPAE (Centro de Pesquisa e Atendimento Odontológico de Pacientes Especiais) do Departamento de Odontologia Social da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – FOP, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
<b>1998-2005</b>	Professora Auxiliar de Odontopediatria I e II do Curso de Odontologia da Universidade de Fortaleza – UNIFOR
<b>2000-2002</b>	Curso de Pós – Graduação em Odontopediatria, nível Mestrado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr, da Universidade Estadual Paulista – UNESP
<b>2002- 2005</b>	Curso de Pós – Graduação em Ciências Odontológicas, área de concentração Odontopediatria, nível Doutorado, na Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr, da Universidade Estadual Paulista – UNESP

## Dedicatória...

---

Mais uma vez, tua luz me iluminou  
Me apoiou,  
Me mostrou que o caminho é difícil,  
Mas, nunca, impossível.

Mais uma vez, me encantou tua força  
E tua amizade.

E o teu amor incondicional de adolescente  
e de filha indicaram-me que não é preciso  
apenas querer... É necessário agir e correr sempre  
atrás do que acreditamos...

*Nossa Tia já dizia que é preciso sonhar e querer  
que sonhos possíveis se realizem*

Porque quando se sonha, Filha, se fica feliz  
E, é realizando outro sonho que...  
Mais uma vez,  
Dedico-te este trabalho e minha vida  
E agradeço e retribuo todo teu Amor.

**Para Gabriela**

## Dedicatória...

---

Não sei quanto tempo faz,  
porque do tempo não se tem noção.  
Nem sei quanto tempo faz,  
mas, foi ontem, te asseguro...  
Foi hoje, nesta manhã. Foi sempre.  
Chegastes, há poucos minutos, há muito mais tempo...  
Tua companhia faz sorrir e colore e enfeita  
e completa e já é parte da minha vida.  
Tua sensibilidade, teu afeto, teu carinho aquecem o coração.  
Ajudas a viver o hoje, assegurando que as horas do amanhã  
serão felizes.  
Ajudas a construir meus acontecimentos.  
Foi para Te encontrar que retornei. Hoje (ou sempre) sei disso.  
Porque creio que só com Amor se aprende mesmo.  
O que é amor. O que é amizade. O que é tempo.  
O que é importante. O que é essencial. O que é vida.

**Para Hilmo Filho**

## Dedicatória...

Pensarei, tão forte o quanto possa, antes de voltar pra casa,  
Que continuo querendo a paz e a inquietude...

Minha mente, atordoada de textos que tenho que escrever nas próximas horas,  
Foge por minutos sem que eu consiga controlá-la.

Então, já não estou mais na frente de um computador.

Mas lá, sentada no chão da sala brincando de Carneirinho e rindo com a linda menina.

Ou, vendo a senhora pintar sobre a mesa e divagar sobre a vida. Ela é clara, forte e verdadeira. Luta sempre, não importa quão difícil sejam as intempéries da vida, ela se renova sempre.

Ou quem sabe, estou andando pela avenida, comparando preços, e presencio que a irmãzinha cresceu e seu futuro está descortinando-se à sua frente. Ela agora que me arruma e me enfeita, me aconselha e me ensina.

O pensamento, incontido, disparou outra vez e navegou na memória, e revi brincadeiras de "Susi e Playmobil", com quem já é mãe e terá com quem brincar de agora em diante, dividindo com seu amor as atenções. Esta, já construiu boa parte da vida e trabalha para o bem estar de quem ama.

Há pouco, observo o senhor, que continua sonhador, de quem herdei esta capacidade, aliada à de ser educada, adorar programas de tv, boa leitura e novidades tecnológicas, e também cabeça-dura para determinadas opiniões, como convém a esta Família. Mas, acima de tudo, apaixonada e capaz de não desistir de quem ama...

Penso, então, naquele meu afeto que já está noutra lugar, (e haverá mais luz neste lugar, com sua presença), que adorava ler e escrever, viajar e contar histórias... Me inspira escrever. E estudar. E buscar minha felicidade. E me protege, e também a quem amo, donde quer que esteja.

Passo as mãos pelos cabelos, de volta ao computador. Minha mente que se acalme, porque preciso escrever...

Para Letícia " Carneirinha", Sandra, Paulo,  
Patrícia e Priscylla.  
E Eunice, com permissão para transcrever algumas das tuas palavras.

Agradecimentos especiais...

---

### **Agradeço a Deus**

... Por me proporcionar mais esta oportunidade que surgiu com o primeiro sonho, tornando possível sua realização.

... Por me permitir cada manhã, me presenteando com cada dia.

As pessoas têm estrelas que não são as mesmas.  
Para uns, que viajam, as estrelas são guias.  
Para outros, elas não passam de pequenas luzes.  
Para outros, os sábios, são presentes.  
Mas todas estas estrelas se calam.  
Tu, porém, terás estrelas como ninguém.  
Terás estrelas que sabem rir!

É muito simples: só se vê bem com o coração.  
O essencial é invisível para os olhos...

Antoine de Saint-Exupéry (adaptação)

**Para Josimeri Hebling**

Que me iluminou...

Aos **pacientes desconhecidos**

Que puderam conhecer e compartilhar deste trabalho,  
Doando seus dentes, essenciais ao desenvolvimento desta  
pesquisa, meu respeito e profundo agradecimento.

Este trabalho contou com a colaboração direta ou indireta de professores, cirurgiões-dentistas, colegas de pós-graduação, empresas e amigos, dentre os quais, agradecemos especialmente:

À **Faculdade de Odontologia de Araraquara** - FOAr, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, na pessoa de sua Diretora Profa. Dra. Rosemary Adriana Chiérici Marcantônio e de seu vice-diretor, José Cláudio Martins Segalla.

Ao **Departamento de Clínica Infantil** da Faculdade de Odontologia de Araraquara representado pelo Chefe de Departamento Prof. Dr. Luis Gandini e pela vice-chefe de Departamento Profa. Dra. Ângela Cristina Cilense Zuanon, e pela coordenadora da Pós-graduação em Odontopediatria, Profa. Dra. Rita de Cássia Loiola Cordeiro.

À **CAPES**, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores (e amigos) da Odontopediatria de Araraquara: Josimeri Hebling, Lourdes dos Santos Pinto, Elisa Maria Aparecida Giro, Ângela Cristina Cilense Zuanon, Rita de Cássia Loiola Cordeiro, Fábio César Braga de Abreu e Lima e Cyneu Aguiar Pansani, pela brilhante transmissão de conhecimentos e experiência durante o percurso destes anos de pós-graduação, meus eternos orientadores.

Aos professores convidados para a Banca do Exame Geral de Qualificação, Profa. Dra. Elisa Maria Aparecida Giro e Prof. Dr. Gelson Adabo, pelas sugestões apresentadas, as quais colaboraram com o aperfeiçoamento deste trabalho.

À Tuka, pelo exemplo de profissional; pela amizade, apoio e carinho durante toda minha estada em Araraquara; e conjuntamente com Cris Motisuki e Lu Lima, pelo auxílio ao desenvolvimento da metodologia de cárie artificial.

À Profa. Dra. Denise Palomari Spolidório, pela contribuição nos recebendo no Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara, o qual foi peça fundamental no desenvolvimento deste trabalho... Por toda amizade e ajuda, obrigada aos estimados Luís e Denise. Às queridas Carina, Déia e Glorinha pelo sorriso diário do laboratório! E à Cris Duque, pela mãozinha com os mutans...

Ao Prof. Dr. Luis Geraldo Vaz, pelos conhecimentos transmitidos e auxílio sempre presentes durante o uso do Laboratório de Ensaios Mecânicos da Faculdade de Odontologia de Araraquara, e, mais importante, por todo apoio, conselhos e amizade.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Souza Costa, por toda ajuda durante a fase experimental deste trabalho, mas, principalmente, pela atenção, camaradagem, amizade e colaboração, sempre que precisei, ao longo destes anos em Araraquara... "tio Beto", muito obrigada...

Ao **Núcleo de Apoio à Pesquisa/Microscopia Eletrônica** Aplicada à Pesquisa Agropecuária - NAP/MEPA, da ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz) da Universidade de São Paulo – USP, representado pelo Prof. Dr. Elliot W. Kitajima, pelo auxílio durante a microscopia eletrônica de varredura.

Ao CD Dr. Paulo Roberto Pinheiro Beltrão, pelo apoio dispensado à aquisição dos dentes desta pesquisa, por toda a amizade e convívio. Aos CDs do CEO (Centro de Especialidades Odontológicas de Fortaleza), os quais colaboraram muito.

Aos queridos Cris e José Zuanon, por me ensinarem que para cuidar das criaturas (humanas ou não!) é preciso amá-las bastante...

À Henkel Loctite, pela doação do ativador TAK PAK 7452, sem o qual o trabalho experimental não poderia ter sido realizado.

À 3M, pela doação das resinas fotoativáveis Z250, imprescindíveis à confecção dos corpos de prova deste trabalho.

À **Universidade de Fortaleza – UNIFOR**; ao Vice-Reitor de Pesquisa e Pós-graduação Prof. Dr. José Antônio C. O. D. Morano, pelo sorriso com que sempre me recebeu; ao Curso de Odontologia da UNIFOR, representado pelo seu Coordenador Prof. Dr. Luis Noro; a todos os colegas da Clínica Infantil, demais colegas e funcionários... pela colaboração dispensada durante meu afastamento para cursar a pós-graduação. E, carinhosamente, a alguns alunos especiais, pelo incentivo à busca de meus objetivos.

Aos funcionários do Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara: Totó, Célia, Dulce, Sílvia, Soninha, Tânia, Odete, Regina, Cris, Arnaldo (*in memorian*), Edinho (*in memorian*) e Pedro... Pessoas especiais e amigas a gente nunca esquece... obrigada pelo carinho, sorriso e colaboração sempre.

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araraquara: Maria Helena, Silvinha, Maria Inês, Elaine, Adriano, D. Odete, Ceres, Marley, Cidinha e Cristina, pela ajuda dispensada e carinho durante estes anos todos de convívio.

Aos colegas da turma de doutorado (2002) Juçaira, Ticiane e Juliana; aos colegas da Odontopediatria: Célia Lanza, Cris Motisuki, Luciana, Murilinho, Emi, Fabíola, Érika, Junia, Juju Gondim, Carmem, Cris Duque, Fábio, Pedro, Tiago (*in memorian*), Andreza, Nancy, Michele, Patrícia, Márcia, Kathinha, Karina, Hermes, Simone, ..., pelos bons momentos vividos.

Aos queridos Juçaira, Juliê, Cristiana e Paulo Tobias, agradecimentos fortes e meus melhores desejos de irmãos e amigos (a gente planta no peito: eles medram, podem crer...). Aos "nordestinos" araraquarenses: Rodrigo, Rinaldinho, Aline, Marina, Mauricio (Chico), Cris, Carol, Darlon e aos mineiros de Araraquara Lorena e Adriano, por que alegria contagia...

Juju, Carmen e Jujuba, pela ajuda às minhas viagens à Piracicaba, cuidando da Gabi; Fabíola e Ana Flávia, pela calorosa acolhida em sua casa! E à Emi, por ter-se revelado excelente orientadora no preparo-utilização-da-MEV e ótima companheira de viagem!!!

A todos que puderam conhecer e compartilhar do meu primeiro trabalho, incentivando-me a realizar mais um...

*“Dentin adhesive resins are improving rapidly. They are improving faster than is our knowledge of dentin as a bonding substrate.”*

*“We have come a long way in the last 15 years. The next 15 years should see even more progress.”*

*Pashley, Horner and Brewer, 1992.*

# SUMÁRIO

---

Listas .....	18
1. INTRODUÇÃO .....	23
2. REVISÃO DA LITERATURA .....	29
2.1. Método químico-mecânico de remoção de cárie .....	30
2.2. Caracterização da dentina após diferentes métodos de remoção de cárie .....	42
2.3. Adesão a dentina cariada .....	48
3. PROPOSIÇÃO .....	74
4. MATERIAL E MÉTODO .....	76
4.1. Seleção e distribuição dos dentes .....	77
4.2. Obtenção da superfície de dentina .....	80
4.3. Protocolo de indução artificial de cárie .....	81
4.3.1. Repicagem de <i>Streptococcus mutans</i> .....	82
4.3.2. Preparo do meio cariogênico .....	84
4.3.3. Formação de cárie sobre a dentina exposta .....	84
4.4. Métodos de remoção da dentina cariada e grupo controle .....	86
4.4.1. Remoção mecânico-manual da dentina cariada .....	87
4.4.2. Remoção mecânico-rotatória da dentina cariada .....	87
4.4.3. Remoção químico-mecânica da dentina cariada .....	88
4.4.4. Grupo controle: Dentina hígida .....	90
4.5. Procedimentos adesivos .....	90
4.6. Análise da resistência de união .....	93
4.6.1. Preparo dos espécimes em forma de palitos .....	93
4.6.2. Ensaio mecânico de microtração .....	94
4.7. Fractografia e Análise morfológica do substrato dentinário .....	94
4.8. Tratamento estatístico dos dados .....	97
5. RESULTADO .....	99
6. DISCUSSÃO .....	112
7. CONCLUSÃO .....	130
8. REFERÊNCIAS .....	132
Anexos .....	147
Resumo .....	154
Abstract .....	157
Autorização para reprodução .....	160

# LISTAS

---

## 1. Lista de abreviaturas, palavras estrangeiras e siglas

---

$\mu\text{m}$	Micrometro
$^{\circ}\text{C}$	Graus centígrados/Celsius
Bis-GMA	Bisfenol-glicidil-metacrilato
Bis-EMA	Bisfenol- polietilino glicol di-eter-dimetacrilato
BSE	Eletrons retroespalhados ( <i>Backscattered electrons</i> )
Ca	Cálcio
ca.	Cerca de
CMC	Carboximetil celulose
EDTA	Ácido etileno diamino tetra acético
EPMA	<i>Electron probe micro-analysis</i>
G	Grupo
Gap	Espaço existente entre a restauração e a superfície dentária
GK-101	Solução comercializada de NMG
GK-101E	Solução comercializada de NMAB; Caridex
h	Hora (s)
HEMA	2-hidroxi-etil-metacrilato
JAD	Junção amelo-dentinária
Knoop/KNH	Ensaio mecânico de Dureza/ valores (Knoop hardness number)
MDP	10-metacriloiloxidecil-dihidrogenio-fosfato
MDPB	12-Metacriloiloxidodecil-piridinio-brometo
MET	Microscopia eletrônica de transmissão
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
MEV-EDX	MEV de análise atômica pela energia dispersa de Raios X
MFA	Microscopia de Força Atômica

min	Minuto (s)
mm	Milímetro
MMPs	Metaloproteinases da matriz
MO	Microscopia óptica
MPa	Megapascal = $\text{MN/m}^2 = \text{N/mm}^2$
NaCl	Cloreto de sódio
NaOCl	Hipoclorito de sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
Nd-YAG	Laser de neodímio-yag
NMAB	Ácido N-monocloro-DL-2-aminobutírico
NMG	N-monocloro-glicina
P	Fósforo
plus	Extra, adicional, excedente, a mais, acrescido de.
RU	Resistência de união
s	Segundo (s)
SB	Sistema adesivo Adper Single Bond
SE	Sistema adesivo Clearfil SE Bond
<i>Smear layer</i>	Lama dentinária
<i>Smear plugs</i>	Lama dentinária presente na embocadura dos túbulos
<i>Stubs</i>	Dispositivo utilizado em MEV onde se fixam os espécimes a serem observados
<i>Tags</i>	Prolongamentos de resina no interior dos túbulos dentinários
TGF	Fator de crescimento ( <i>Transforming growth factor</i> )
UDMA	Uretano dimetacrilato
UFC	Unidade formadora de colônia

---

## 2. Lista de produtos, identidade e seus respectivos fabricantes #

PRODUTO	IDENTIDADE	FABRICANTE
Clearfil SE Bond	Sistema adesivo autocondicionante	Kuraray, Osaka, Japão
Clearfil Liner Bond 2	Sistema adesivo autocondicionante	
Clearfil Liner Bond 2V	Sistema adesivo autocondicionante	
ABF ou Protect Bond	Sistema adesivo autocondicionante	
Clearfil AP-X	Resina composta	
Clearfil Photo Bond	Resina composta	
Protect Liner	Resina composta	
Clearfil FII	Resina composta	
Caries Detector	Evidenciador de cárie	
Adper Single Bond	Sistema adesivo convencional	3M/ESPE, St. Paul., MN., USA
Scotchbond multipurpose	Sistema adesivo convencional	
Scotchbond 1	Sistema adesivo convencional	
Prompt-L-Pop	Sistema adesivo autocondicionante	
Silux Plus	Resina composta	
Filtek Z250	Resina composta	
Filtek P-60	Resina composta	
All Bond e All Bond 2	Sistema adesivo convencional	Bisco, Downers Grove, Ill., USA
Prime & Bond	Sistema adesivo convencional	Caulk/Dentsply, Milford, USA
Prime & Bond 2.1	Sistema adesivo convencional	
Prime & Bond NT	Sistema adesivo convencional	Dentsply DeTrey, Kontanz, Germany
TPH Spectrum	Resina composta	

# Refere-se aos produtos citados no decorrer do texto.

Dyract e Advance	Resina composta modificada por poliácidos	
Tetric Ceram	Resina composta	Ivoclar/Vivadent, Liechtenstein
ART Bond	Sistema adesivo autocondicionante	Coltene, Altstätten, Switzerland
One Coat Bond	Sistema adesivo convencional	
Unifil Bond	Sistema adesivo autocondicionante	GC Co. Ltd, Tokyo, Japan
Imperva FluoroBond	Sistema adesivo autocondicionante	Shofu, Kyoto, Japan
Lite Fill IIA	Resina composta	
Etch & Prime 3.0	Sistema adesivo autocondicionante	Degussa AG, Hanaw, Germany
Definite	Resina composta	
Super Bonder D-Liner Dual	Sistema adesivo autocondicionante	Sun Medical, Moriyama, Japan
Solid Bond	Sistema adesivo convencional	Kulzer, Alemanha
Caries D-TEC	Evidenciador de cárie	Gresco Products, TX., USA
Caries Finder	Evidenciador de cárie	Danville Materials, CA., USA
Fucsina básica 0,5%	Evidenciador de cárie	Inodon Porto Alegre/RS
Cavity conditioner	Evidenciador de cárie	GC International, Tokio, Japan
Carisolv	Sistema químico de remoção de cárie	MediTeam, Saveladen, Sweden
Caridex	Sistema químico de remoção de cárie	National Patent Dental Products, NJ., USA

# 1 INTRODUÇÃO

---

Um dos alicerces da odontologia contemporânea é a possibilidade de se aderir materiais aos tecidos dentários. A aplicação dos princípios de adesão viabiliza a utilização de materiais poliméricos em uma gama de situações clínicas que compreendem desde procedimentos preventivos, minimamente invasivos, até a recuperação de grandes destruições coronárias por técnicas diretas ou indiretas.

Entretanto, enquanto a adesão de materiais resinosos ao esmalte dentário é considerada predizível e segura, a adesão ao substrato dentinário ainda oferece desafios que comprometem sua efetividade<sup>8, 13, 17, 18, 61</sup>. Tais desafios são representados, principalmente, pelas características químicas, morfológicas e fisiológicas deste tecido, as quais são extremamente mais complexas do que as do esmalte.

Enquanto o esmalte é formado, quase em sua totalidade, por componentes inorgânicos (ca. 96%), e destituído de umidade intrínseca significativa, a fase inorgânica da dentina corresponde a apenas 70% do seu peso. A fase orgânica deste tecido, 20% em peso, é constituída principalmente por colágeno do tipo I (ca. 90%), sendo que os demais componentes orgânicos presentes são representados por proteínas não-colagenosas e proteoglicanas. A dentina é permeada por milhares de túbulos que a percorrem em sua total extensão (da superfície da câmara coronária até a junção amelo-dentinária). Entre outros componentes, como os prolongamentos odontoblásticos, esses túbulos são

preenchidos por fluido, o que confere a este tecido uma umidade intrínseca natural (ca. 10% em peso).

Além das características inerentes ao tecido dentinário, e embora a maioria dos testes de adesão seja realizada em dentina hígida, a condição clínica mais relevante desse substrato é a superfície resultante após a remoção da lesão de cárie<sup>37; 51; 93</sup>.

Em decorrência do desenvolvimento da doença cárie, podem ser identificadas duas camadas distintas na lesão de dentina, diferenciadas macroscopicamente por suas características de resistência ao corte e coloração<sup>20; 21; 68</sup>. Micro-estruturalmente, a camada mais superficial apresenta extensa desmineralização<sup>1</sup>, fibrilas de colágeno desnaturadas<sup>33</sup> e ausência de prolongamentos odontoblásticos viáveis, sendo, conseqüentemente, não passível de remineralização (dentina infectada)<sup>20; 41; 58</sup>. A segunda camada, imediatamente abaixo, caracteriza-se por desmineralização moderada, fibrilas de colágeno sadias e presença de prolongamentos odontoblásticos viáveis, sendo biologicamente recuperável<sup>41; 58</sup>. A esta camada atribuiu-se a denominação de dentina afetada por cárie<sup>6</sup>.

Devido a repetição de fenômenos químicos e fisiológicos que ocorrem durante a evolução do processo carioso, a zona intertubular da dentina afetada por cárie apresenta menor conteúdo mineral<sup>51; 93; 97</sup>. Cristais resistentes à dissolução ácida resultantes da recristalização da apatita dissolvida<sup>57</sup>, como os de fosfato tricálcico, são depositados no interior dos túbulos dentinários, reduzindo a permeabilidade dentinária<sup>77</sup>. Entretanto, esta oclusão dos túbulos limita a penetração de monômeros resinosos e a formação dos *tags* de resina<sup>93</sup>, os quais, conjuntamente com a infiltração da rede de fibrilas de colágeno exposta

pela ação de componentes ácidos<sup>50</sup>, constituem as principais e mais efetivas formas de adesão das resinas à dentina<sup>62; 86</sup>.

Todas as alterações observadas para a dentina afetada por cárie influenciam, de forma significativa, o desempenho de materiais adesivos sobre ela aplicados<sup>51; 52; 53; 94</sup>. A adesão a este substrato tem sido demonstrada ser inferior à adesão obtida com os mesmos sistemas adesivos à dentina sadia<sup>2; 3; 21; 37; 51; 52; 53; 89</sup>.

Além das alterações químico-estruturais inerentes ao processo carioso, diferentes métodos de remoção do tecido cariado resultam em superfícies com diferentes características<sup>3; 26; 29</sup> e têm sido investigados quanto à sua interferência no processo de adesão de materiais resinosos ao substrato dentinário resultante. Os convencionalmente utilizados são a remoção mecânica não rotatória com escavadores de dentina, e a remoção mecânica rotatória com brocas de aço em baixa rotação<sup>4; 29; 90</sup>. Lasers, abrasão a ar, instrumentação ultra-sônica, abrasão sônica e métodos químico-mecânicos, são alternativas viáveis<sup>3; 7; 10; 12; 47</sup>.

Após o preparo mecânico da dentina com instrumentos rotatórios ou manuais, uma camada amorfa constituída de debris orgânicos e inorgânicos com espessura entre 3 a 10  $\mu\text{m}$ , é formada sobre sua superfície<sup>3</sup>, refletindo a composição da estrutura a partir da qual foi criada<sup>61</sup>, denominada *smear layer*. Esta camada apresenta uma baixa resistência de união à dentina, e pode interferir negativamente com uma ótima adesão a esse substrato<sup>39</sup>, apresentando grande significância na dependência da habilidade de união à superfície de distintos sistemas adesivos<sup>3; 52; 53</sup>. A resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes, por exemplo, os quais incorporam a

*smear layer* à interface de união, pode ser influenciada pela qualidade desta camada<sup>3; 8; 13; 28; 31; 36; 79; 80</sup>. Camadas mais rugosas ou ásperas são produzidas quando da remoção de dentina cariada com brocas ou lixas de granulação grossa<sup>13; 31; 39</sup> dificultando a ação de sistemas autocondicionantes na sua dissolução. Além disso, *smear layers* mais espessas podem afetar a hibridização da dentina adjacente<sup>2; 31; 79</sup>.

O método químico-mecânico de remoção do tecido cariado advoga minimizar as desvantagens dos métodos convencionais que utilizam brocas ou escavadores de dentina, os quais induzem desconforto e dor, requerendo como consequência, a aplicação local de agentes anestésicos<sup>10; 11</sup>. Este método baseia-se na ação de agentes químicos na estrutura do colágeno<sup>91</sup>, facilitando a remoção mecânica do tecido infectado com instrumentos manuais, os quais são aplicados com mínima tensão<sup>45</sup>. O principal constituinte dos produtos utilizados é o hipoclorito de sódio, o qual atua como agente proteolítico não específico em pH básico<sup>9; 10; 15; 25; 82</sup> e confere atividade antimicrobiana ao produto<sup>44</sup>. Embora possa ser observada presença de *smear layer* ao término da remoção do tecido cariado por este método, esta camada é pouco espessa, com aspecto flocado, permitindo a observação de vários túbulos dentinários que permanecem descobertos, diferindo das características observadas quando da utilização de outras técnicas<sup>3</sup>.

A influência da aplicação de compostos químicos para a remoção do tecido cariado sobre a adesão de materiais resinosos sobre o substrato dentinário resultante tem sido pouco investigada. Os resultados contraditórios apresentados pelos poucos estudos realizados<sup>7; 12; 24; 29</sup> indicam que mais informações são necessárias sobre o ponto em questão. Além disso, as diferentes superfícies

criadas após métodos distintos de remoção de tecido cariado também têm sido pouco estudadas no que se refere à sua influência sobre a resistência de união de sistemas adesivos.

## 2 REVISÃO da LITERATURA

---

Com o objetivo de tornar a leitura desta revisão mais agradável, estudos com assuntos afins foram agrupados em tópicos: 1. Método químico-mecânico de remoção de cárie; 2. Caracterização da dentina após diferentes métodos de remoção de cárie; 3. Adesão à dentina cariada.

### 2.1 MÉTODO QUÍMICO - MECÂNICO DE REMOÇÃO DE CÁRIE

Este método de remoção do tecido cariado tem sido testado e utilizado como alternativa à remoção mecânica rotatória, desde 1975, cujo mecanismo intencional é garantir um tratamento menos invasivo pela aplicação de substâncias químicas na camada infectada da cárie, com o objetivo de torná-la mais facilmente removível com o uso de instrumentos manuais.

(Fure, Lingström e Birkhed, 2000.)

Schutzbank et al. (1975)<sup>69</sup> compararam a eficácia química de remoção de tecido cariado pelo GK-101 (N-cloroglicina) à da solução tampão de pH 11,1 sem GK-101 e à da solução salina. A N-cloroglicina é formada *in situ* quando uma solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) é misturada à glicina; O GK-101 é produzido pela mistura do primeiro líquido contendo NaOCl ao segundo líquido contendo glicina, NaOH e NaCl, imediatamente antes de ser usada, sendo

aquecida a 37°C e aplicada sob pressão nas superfícies desejadas durante 4min. Cento e cinquenta dentes cariados extraídos foram distribuídos em 3 grupos, de acordo com a solução aplicada sobre os tecidos cariados. Foram avaliados em uma escala de remoção de tecido cariado variando de zero a quatro, onde 0: nenhuma remoção, 1: remoção detectável, 2: menos da metade removido, 3: mais da metade removido e 4: remoção total. As lesões foram avaliadas após o término dos tratamentos, com exame visual e tátil com auxílio de uma sonda exploradora, efetuado por um operador com uso de duas máscaras industriais para evitar que sentisse o cheiro das soluções aplicadas. O tratamento com GK-101 foi significativamente melhor que com as outras duas soluções, promovendo uma maior remoção de tecido cariado, o que sugere uma ação química sobre o tecido cariado, embora esteja sob testes em relação à segurança e eficácia.

Em 1977, Kurosaki et al.<sup>42</sup> avaliaram a resposta pulpar em dentes de cães e a dureza em dentes humanos, *in vitro*, quando da utilização da solução GK-101. O teste de dureza *Knoop* foi realizado em cinco dentes humanos cariados e extraídos, seccionados longitudinalmente no centro das lesões, nos quais foi aplicada durante 3 minutos a solução GK-101. A dureza da dentina foi mensurada antes e depois da aplicação da solução, com um microdurômetro. A avaliação da resposta pulpar ao agente químico foi realizada em 48 dentes de cães, nos quais cavidades de classe V de tamanho similar receberam a aplicação da solução GK-101 durante 3 minutos, ou de uma solução salina para controle. Após enxágüe com água, as cavidades receberam restauração com

cimento de poliacrilato. Os dentes foram extraídos para análise histológica após 3 dias ou duas semanas e os cortes obtidos foram corados com hematoxilina e eosina. Foi encontrado que, no teste de dureza, há pouco efeito do produto sobre a dureza da dentina sadia ou à segunda camada de dentina cariada, tendo muito efeito no amolecimento da primeira camada de dentina cariada, devido à ação seletiva sobre as fibrilas colágenas degeneradas. A resposta pulpar inflamatória foi considerada de grau médio aos três dias, ocorrendo regressão da inflamação após duas semanas. Não houve diferença entre a resposta causada pelo GK-101 à da solução salina. Concluiu-se que a solução GK-101 apresenta aceitável biocompatibilidade com o tecido pulpar e que é específica para a primeira camada de dentina cariada.

Kronman et al. (1977) <sup>40</sup> avaliaram o efeito do GK-101 sobre a estrutura do colágeno em MET. O GK-101 possui ação química sobre a remoção de tecido cariado, cujo material orgânico consiste basicamente de colágeno. Foram utilizadas fibras colágenas bovinas as quais foram solubilizadas em ácido acético a 3% a 2°C sob constante agitação, para obtenção de fibrilas em sua configuração nativa. Soluções de GK-101 a 0,1% e 0,3%, solução tampão de GK-101 e água destilada reagiram durante 2, 15 e 30 minutos, à temperatura de 37°C, com fibrilas colágenas íntegras em sua forma nativa, sob constante agitação. Para visualização em MET, imagens das fibrilas foram obtidas com aumentos de 8.500 e 27.500 vezes. Os resultados revelaram que as fibrilas foram afetadas pelas soluções GK-101, e em menor extensão, pela água e pela solução GK-101 tampão. Os efeitos observados foram categorizados em quatro

modos distintos, havendo 1: desorganização fibrilar com separação na área periférica; 2: espiralamento (ou efeito “cork-screw”); 3: dissociação total de sua estrutura com orientação pobremente definida e 4: material amorfo. Quando as fibrilas ficaram em contato com água, mesmo que aumentando o período de tempo, elas continuavam bem formadas em algumas áreas, e noutras, havia material amorfo. Quando em contato com a solução tampão, foi observada maior extensão de fibrilas normais que no contato com as soluções GK-101, as quais mantinham-se sem modificação com o aumento dos períodos de tempo. As soluções GK-101 causaram alterações nas fibrilas colágenas conforme se aumentava o período de contato, havendo quebra das mesmas a partir dos 2min iniciais até formação de material amorfo aos 30 minutos, com os maiores efeitos sendo causados pela solução GK-101 a 0,3%. Os resultados evidenciam a alteração das estruturas das fibrilas de colágeno pelo GK-101 *in vitro*, e em menor extensão, pela água e pela solução tampão.

Schutzbank et al., em 1978,<sup>70</sup> avaliaram a eficácia de duas soluções de remoção químico-mecânica de cárie, a GK-101 e a GK-101E. A solução GK-101 foi preparada pela mistura de partes iguais das soluções I (NaOCl a 0,014 M) e II (glicina a 0,10 M, NaOH a 0,10 M e NaOCl a 0,10 M). A mistura das soluções gera o ingrediente ativo, o N-monocloroglicina (NMG a 0,007 M ou 0,09%). O procedimento para o preparo da solução GK-101E (ácido N-monocloro-DL-2-aminobutírico a 0,11% ou 0,007 M) é idêntico ao anterior, sendo que a glicina da solução II é substituída pelo ácido N-monocloro-DL-2-aminobutírico (NMAB). As duas soluções, GK-101 e GK-101E foram preparadas imediatamente antes do

uso, aquecidas em reservatório de um aparelho específico, inseridas em um dispositivo – aplicador, o qual as levava diretamente à lesão cariada e auxiliava na remoção do tecido cariado amolecido. Cento e oito dentes humanos cariados extraídos foram utilizados, com cárie de consistência firme a endurecida, e não restrita a qualquer superfície específica do dente. No grupo 1, quarenta e quatro dentes foram tratados com GK-101, no grupo 2 outros 44 dentes foram tratados com GK-101E. O terceiro grupo (controle) de 20 dentes recebeu aplicação de solução salina. As soluções foram deixadas em contato com o tecido cariado durante 4min. Um único operador efetuou os tratamentos, analisando as cavidades da mesma maneira descrita no trabalho de Schutzbank et al. 1975. Para lesões de consistência firme, GK-101E foi superior a GK-101 e à solução salina. Nas lesões endurecidas, GK-101 e GK-101E foram superiores à solução salina, sem diferença entre os dois primeiros. O agente químico GK-101E pareceu exercer efeito mais rápido que seu antecessor GK-101, porém, ambos apresentaram ação química na remoção do tecido cariado.

Barwart et al., em 1991 <sup>5</sup>, avaliaram quantitativamente a eficácia química do sistema Caridex<sup>TM</sup> na remoção de tecido cariado, comparando-o com a água. Este sistema contém NMAB (GK-101E). Cinquenta dentes humanos cariados foram seccionados através do centro da lesão de cárie, e apenas as lesões simétricas foram utilizadas no estudo, distribuídas em três grupos: A, foram tratadas com água; B, foram tratadas com Caridex e C, houve comparação entre Caridex e água. A força aplicada à superfície cariada foi determinada por meio de um manômetro digital ao qual estava acoplado o dispositivo aplicador da

solução. Os grupos A e B foram utilizados em estudos prévios, para a familiarização com a técnica e o aparelho. As lesões simétricas do grupo C foram tratadas com Caridex ou com água e a força necessária para a completa remoção do tecido cariado, o número de escavações e o tempo requerido foram registrados. O término da remoção de tecido cariado foi auxiliado pela evidenciação do assoalho cavitário com fucsina básica, e a escavação era cessada quando não havia mais dentina corada. Os dados (remoção completa do tecido cariado, número de escavações e tempo) foram analisados estatisticamente, e nenhuma diferença entre as lesões tratadas com Caridex ou com água destilada foi observada. Sob estas condições testadas, concluiu-se que a remoção de dentina cariada não é auxiliada pela ação química do sistema Caridex (GK-101E).

Yip et al. (1995) <sup>91</sup>, avaliaram o grau de mineralização da dentina remanescente após a remoção de cárie pelos métodos químicos-mecânicos NMAB ou NMAB com uréia, através de microrradiografia e pelo método EPMA. Soluções NMAB, NMAB com uréia e salina a 0,9% foram aplicadas em dentes decíduos e permanentes com cárie coronária até a completa remoção do tecido cariado, os quais foram secos ao ponto crítico e cobertos com ouro para observação em MEV e EPMA. Os resultados evidenciaram níveis de cálcio e fósforo menores nos dentes decíduos em relação aos permanentes, e áreas com baixa densidade mineral foram encontradas próximas à polpa. Em lesões-controle, ou seja, sem remoção de dentina cariada, os níveis minerais foram mais baixos na superfície que na dentina sadia adjacente à lesão, e o limite entre

as duas camadas da dentina cariada apresentou-se irregular. Os níveis de Ca e P na superfície da cavidade após o uso dos métodos químico-mecânicos variaram apenas marginalmente, independente do agente químico utilizado. A proporção Ca:P encontrada foi de 2:1, cujo valor é próximo ao da dentina hígida, indicando que a superfície deixada após a remoção químico-mecânica situa-se em dentina sadia. A comparação dos níveis de Ca-P normalmente encontrados em dentina com aqueles da dentina remanescente após a remoção químico-mecânica de cárie por meio do NMAB ou do NMAB - uréia, indica que pouco, se algum, tecido desmineralizado permanece ao término do tratamento, e que a dentina remanescente é tão apropriada quimicamente quanto a sadia. Concluiu-se que a superfície de dentina remanescente após o preparo químico-mecânico de remoção de cárie é mineralizada e apropriada para ser restaurada.

Cederlund et al., publicaram em 1999 <sup>11</sup> um estudo a respeito da dissolução de tecido cariado pelo Carisolv™. Diferentemente do produto anterior (Caridex™) este não necessita ser aquecido para ser utilizado. O sistema Carisolv™ utiliza uma mistura de hipoclorito de sódio com três aminoácidos (Lisina, Leucina e Ácido glutâmico), e deve permanecer em contato com tecido cariado durante 30s previamente à escavação. A escavação utilizando este sistema pode produzir debris sobre a superfície dentinária (*smear-like*), o que, segundo os autores, interessa aos estudos de adesão à esta superfície. Dez dentes humanos cariados receberam aplicação de Carisolv de acordo com instruções do fabricante, usando instrumentos apropriados. A escavação continuou até que a completa remoção de tecido cariado fosse averiguada com

uma sonda exploradora. Os dentes foram enxaguados e com auxílio de um disco diamantado, as cavidades foram seccionadas para observação em MEV e em MO. A MEV evidenciou a presença de *smear layer* ondulada (*wave-like smear layer*) cobrindo toda a superfície, com poucos túbulos dentinários abertos que continham debris ao seu redor. Na MO foi encontrada a presença de cárie residual em 6 dos 10 espécimes avaliados, todos na junção amelo-dentinária, com presença de bactérias na parte profunda dos túbulos. Concluiu-se que há formação de *smear layer* durante a remoção do tecido cariado pelo método químico investigado, além de haver necessidade da junção amelo-dentinária ser escavada adicionalmente, de preferência, com brocas, auxiliando o método de remoção de cárie do sistema Carisolv.

Wennerberg et al. (1999) <sup>88</sup> avaliaram a influência do Carisolv™ sobre a topografia de esmalte e dentina, usando MFA. Dentes permanentes, hígidos e cariados, foram utilizados. Apenas dentes com cavidades de cárie amplamente visíveis foram usados para comparação do Carisolv com broca. Para acesso à superfície dentinária dos dentes hígidos, estes sofreram secção longitudinal, e receberam aplicação de Carisolv durante 20s, sem o uso de instrumentos manuais, com repetição da aplicação por 5 vezes. Os dentes foram distribuídos em cinco grupos, para observação em MFA. Os grupos A e B mediram respectivamente, superfícies hígidas de esmalte e dentina, antes e após a aplicação de Carisolv; os grupos C e D mediram, respectivamente, as superfícies hígidas de esmalte e dentina após condicionamento ácido (ácido fosfórico a 32% durante 20s); e no grupo E, os dentes tiveram suas lesões de cárie

longitudinalmente seccionadas, para avaliação da topografia com Carisolv e com a técnica convencional (broca). A MFA encontrou, no grupo A, ausência de diferença na superfície do esmalte antes e após a aplicação do Carisolv. No grupo B foi encontrado decréscimo dos valores (média aritmética dos desvios de altura de um plano) na dentina hígida causado pela aplicação do Carisolv. No grupo C uma superfície rugosa foi encontrada, após o condicionamento ácido. Entretanto, o mesmo não foi observado antes ou após condicionamento ácido na dentina sadia do grupo D. A remoção de cárie com broca resultou em valores maiores (da média aritmética de desvios de altura em um plano) na superfície que com o tratamento com Carisolv, relacionado às micro-fissuras encontradas. Foi concluído que o Carisolv não afeta o esmalte hígido e tem pouca influência sobre a dentina hígida; a remoção de cárie com Carisolv demonstrou uma superfície rugosa, com curvaturas e picos, com estes efeitos maiores que nas superfícies encontradas após uso de broca e condicionamento ácido.

Em 2001, Splieth et al.<sup>76</sup> avaliaram a eficácia de remoção de dentina cariada após utilização de um método mecânico ou químico-mecânico com o Carisolv<sup>TM</sup>. Um evidenciador de cárie o qual diferencia a atividade da lesão, com modificação de cor pelo pH, foi utilizado: lesões ativas são coradas de rosa e as inativas de amarelo. A dentina cariada foi removida de 24 dentes com Carisolv, aplicado por 20s, seguido da escavação do tecido amolecido com instrumentos apropriados. Em outros 24 dentes, a dentina cariada foi removida com brocas esféricas em baixa rotação. A dureza da dentina remanescente foi verificada com uma sonda exploradora. Todos os dentes foram embebidos em resina epóxica e

seccionados em fatias de 400  $\mu\text{m}$ , as quais receberam a aplicação do evidenciador antes da obtenção de imagens digitais em microscópio de luz. As áreas coloridas de rosa (cárie ativa,  $\text{pH} < 5,5$ ) e de amarelo (cárie inativa,  $\text{pH} > 5,5$ ) foram mensuradas em um programa específico. Adicionalmente, imagens em MEV foram obtidas de cada tratamento. Após o tratamento com Carisolv, a dentina remanescente estava mais fosca e opaca do que a tratada com a broca. A profundidade da lesão ativa ou inativa, com uso de broca, foi maior quando alcançada uma textura “endurecida como couro” (51-58  $\mu\text{m}$ ) do que com som de raspagem (19-25  $\mu\text{m}$ ). Nos dentes onde foi usado o Carisolv, apenas a profundidade das lesões inativas em dentina diferiu significativamente, quando o tratamento foi finalizado com a obtenção da textura endurecida ou com som de raspagem (74 –78  $\mu\text{m}$ ). Independente do critério clínico para remoção de cárie, o tratamento com Carisolv resultou em maior profundidade de lesão ativa de cárie na dentina remanescente (71-78  $\mu\text{m}$ ) do que com o método tradicional (19-51  $\mu\text{m}$ ), enquanto a profundidade das lesões inativas diferiu minimamente. As imagens em MEV mostraram presença de *smear layer* após o uso de broca enquanto no método químico-mecânico houve a presença de uma *smear layer* rugosa modificada. Concluiu-se que o tratamento com Carisolv deixa cerca de 50  $\mu\text{m}$  mais de dentina cariada que a remoção da mesma com broca, como revelado após evidenciação com um corante pH - dependente.

Hossain et al. (2003)<sup>30</sup> estudaram a composição da dentina e a dureza da mesma após a remoção de tecido cariado com Carisolv™. Vinte e cinco molares

com cárie proximal receberam aplicação de Carisolv durante um minuto, seguido da remoção de cárie com instrumentos apropriados até a coloração do gel tornar-se clara e a dentina ser considerada livre de cárie (coloração, dureza com explorador e inspeção com aparelho DIAGNOdent.) Vinte cavidades foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo dental, sendo uma metade para análise em MEV - EDX e a outra para análise da dureza *Knoop*. Como padrão, utilizou-se a fluorapatita, e o conteúdo de cálcio, fósforo e a razão cálcio/fósforo foram aferidos medindo-se 5 pontos específicos no assoalho da cavidade e na dentina hígida adjacente. Para análise da dureza, os espécimes foram embebidos em resina epóxica e polidos e foi mensurada a dureza da subsuperfície 25  $\mu\text{m}$  abaixo do assoalho da cavidade, em 5 pontos com força de 50 g durante 15s. As cinco cavidades restantes tratadas com Carisolv foram observadas, após secagem em série de etanol, ponto crítico, e cobertura com platina, em MEV. Não foram encontradas diferenças entre as concentrações de cálcio e fósforo ou sua proporção nas cavidades tratadas com Carisolv em relação à dentina hígida. Em relação à dureza, a cavidade preparada com Carisolv variou de 58 a 62  $\text{Kg/cm}^2$ , sendo um pouco mais baixa que a dentina hígida adjacente (59 a 64  $\text{Kg/cm}^2$ ), mas sem diferença estatística. Na MEV, as superfícies tratadas com Carisolv eram extremamente rugosas e irregulares, havendo poucos debris cobrindo as mesmas, onde a maioria dos túbulos dentinários estava aberta. Os resultados indicam que o uso de Carisolv não produz efeito adverso na composição da dentina das cavidades tratadas, e a possibilidade de existir tecido amolecido residual foi mínima neste estudo.

Foi investigado por Lager et al. em 2003<sup>44</sup>, o número de bactérias (UFC) remanescentes na dentina após remoção de tecido cariado com método convencional com broca ou com uso de Carisolv<sup>TM</sup>. Doze dentes foram tratados com Carisolv e 10 foram escavados com broca. Foi coletada amostra de dentina cariada antes da remoção e após a mesma ser considerada livre de cárie, nos dois métodos. Foram realizados os procedimentos microbiológicos específicos, como diluição das amostras, incubação nos meios de cultura BHI Ágar suplementado com 5% de sangue (para contagem total de microrganismo, analisado aeróbica e anaerobicamente), Rogosa (para isolamento de Lactobacilos) e *Mitius salivarius* ágar (para isolamento de estreptococos). Não foi encontrada diferença na contagem inicial de bactérias nos dois métodos de remoção de cárie. Já após a escavação, houve diminuição na contagem de UFC para os dois métodos de remoção, quando a contagem de UFC foi aeróbia. Quando foi anaeróbia, houve diminuição significativa da contagem de UFC no método Carisolv. O crescimento de lactobacilos foi escasso no meio Rogosa, e a escavação de cárie não resultou em decréscimo significativo no número de UFC. Para a contagem de estreptococos, houve decréscimo significativo no método Carisolv, sem diferença para o método convencional. Este achado pode ser atribuído à propriedade antimicrobiana do Carisolv, visto que seus componentes cloramina e hipoclorito de sódio possuem efeito antibacteriano. Este estudo demonstrou que a contagem de bactérias reduz nos dois métodos de escavação do tecido cariado. As cavidades tratadas com Carisolv mostraram uma maior redução de UFC após a escavação, comparada às cavidades escavadas com

broca, com exceção da contagem de lactobacilos, cujo crescimento observado foi escasso.

## **2.2 CARACTERIZAÇÃO DA DENTINA APÓS DIFERENTES MÉTODOS DE REMOÇÃO DE CÁRIE**

A dentina cariada consiste de duas camadas. A primeira ou camada externa é altamente desmineralizada, infectada e necrótica, contendo fibrilas colágenas degeneradas. A segunda, ou camada profunda, é localizada adjacente à dentina sadia, menos desmineralizada, não infectada e contém fibrilas colágenas fisiologicamente recuperáveis, além de prolongamentos odontoblásticos vivos. Na escavação da dentina cariada, a primeira camada é removida e a segunda é retida. A primeira camada pode ser clinicamente diferenciada da segunda pela evidenciação com um corante à base de fucsina em solução de propilenoglicol, por exemplo.

(Sato e Fusayama, 1976)

Segundo Nakajima et al., 1999, a camada mais externa da lesão é denominada de dentina infectada, e a camada mais profunda, endurecida e mais escura é denominada de dentina afetada por cárie.

Harnirattisai et al. (1992) <sup>26</sup> avaliaram a dureza de cavidades cariadas de 10 dentes permanentes humanos, após a remoção do tecido corado (Caries detector) com brocas em baixa velocidade e restauração das mesmas com resina composta. Foram utilizadas metades das cavidades restauradas, visto que as metades opostas serviram para avaliação da interface de união, cujo resultado

será descrito no tópico seguinte desta revisão. As metades das cavidades restauradas foram submetidas ao teste de dureza *Knoop* para confirmação do término do preparo da cavidade na segunda camada de dentina cariada. Foram realizadas de 3 a 4 endentações, 50 µm abaixo da interface de união, pela aplicação de força de 50 g durante 15s. Após a mensuração da dureza *Knoop* ter sido concluída, os espécimes sofreram condicionamento com íons argônio e foram cobertos com ouro para observação em MEV da profundidade de desmineralização da dentina intertubular condicionada, acima da endentação da dureza *Knoop* e medida diretamente na fotografia em aumento de 2.000 vezes. Não foi encontrada correlação significativa entre a profundidade da camada híbrida e a dureza *Knoop*, entretanto, nas áreas de túbulos abertos, a profundidade da camada híbrida foi significativamente maior. Os túbulos abertos encontrados neste estudo correspondem a partes superficiais não infectadas da segunda camada de dentina cariada. Houve variação dos valores KNH entre 20 e 60, que confirmam que o assoalho cavitário termina em várias profundidades dentro da segunda camada de dentina cariada.

Banerjee et al. (2000) <sup>3</sup> investigaram as diferenças na morfologia da superfície de dentina em MEV, usando diferentes técnicas de escavação de dentina cariada. Cinquenta molares cariados foram distribuídos em cinco grupos de acordo com a técnica de remoção de tecido cariado: escavação manual com cureta de dentina, broca esférica em baixa rotação, remoção química pela ação do Carisolv<sup>TM</sup>, abrasão sônica e abrasão a ar. Todos os métodos consideravam o final do preparo ao equivalente clínico de dureza da dentina, detectado pelo uso

de uma sonda sobre a superfície. Foram observadas diferenças nas texturas das superfícies obtidas com as cinco técnicas. A superfície de dentina após a escavação manual foi descrita como tendo efeito de raspagem ou esfregaço, sendo observada a presença de *smear layer* e rugosidade na superfície e também, túbulos dentinários com diferentes graus de obstrução. A superfície criada pela broca era rugosa com partículas irregulares espalhadas, além de *smear layer* bem definida e obstrução da entrada dos túbulos dentinários. O uso do Carisolv propiciou uma aparência flocosa da superfície de dentina, com túbulos abertos e ausência de *smear layer*. Presença de *smear layer* foi observada com a utilização da abrasão sônica e presença de partículas de óxido de alumínio obstruindo os túbulos na abrasão a ar. Foi concluído que estes preparos produzem superfícies características e diferentes, as quais devem ser consideradas durante a adesão do material restaurador.

Em 2002, Sakoolnamarka et al.<sup>66</sup> avaliaram a morfologia da superfície de dentina afetada por cárie, após ação mecânico-rotatória (broca) ou químico-mecânica (Carisolv<sup>TM</sup>) e então condicionada com agentes desmineralizantes (ácido fosfórico e ácido poliacrílico). Doze molares humanos cariados tiveram sua superfície oclusal seccionada com disco diamantado e seis tiveram a lesão de cárie removida com broca esférica em baixa velocidade, após a aplicação do evidenciador de cárie (Caries Detector). A lesão de cárie dos demais dentes foi removida usando-se Carisolv. Em seguida, três dentes de cada grupo foram investigados sem tratamento ácido. Os dentes restantes foram planejados ao nível do assoalho cavitário deixado pela remoção da lesão para obtenção de uma

superfície controle. Uma canaleta foi realizada em cada amostra, do lado oposto ao da superfície estudada para a obtenção de secção, conseguindo-se duas amostras de dentina sadia e duas de dentina afetada. Uma metade de cada foi tratada com ácido fosfórico a 35% por 15s e as restantes foram tratadas com solução de ácido poliacrílico a 20% e de cloreto de alumínio (Cavity Conditioner), durante 10s. Todas foram preparadas para observação em MEV. Encontrou-se presença de *smear layer* nos dentes preparados com broca, e nos quais utilizou-se o Carisolv, a dentina estava irregular, porosa e sem *smear layer*. Os espécimes fraturados do grupo tratado com broca exibiam dentina peritubular intacta, similar à dentina peritubular do Carisolv, que apresentava mais porosidade. Após o tratamento com ácido fosfórico, houve exposição de túbulos dentinários e da rede de colágeno, e uma microporosidade intertubular pareceu mais óbvia que na dentina sadia, quando do uso da broca. A orientação das fibrilas colágenas pareceu irregular, em contraste com a encontrada na dentina sadia. Já a superfície encontrada após tratamento com ácido poliacrílico revelou túbulos dentinários parcialmente abertos, com *smear layer* remanescente, e depósito de resíduos minerais sobre as fibrilas. Nos dentes preparados com Carisolv, após o uso do ácido fosfórico, foram visualizados túbulos dentinários e rede de colágeno, como na dentina sadia, porém a rede colágena apresentou-se reticular e orientada ao acaso. Após o uso de ácido poliacrílico neste grupo, havia túbulos abertos e fibrilas definidas. Os resultados mostraram que a dentina hígida e a afetada por cárie revelam arranjos diferentes das fibrilas colágenas, e que há diferença na rede de fibrilas após o condicionamento ácido.

Em 2002, Yazici et al.<sup>90</sup> avaliaram o efeito de diferentes técnicas de remoção de cárie sobre a topografia de dentina humana, em MEV. Trinta e seis molares humanos com cárie em dentina foram divididos em seis grupos experimentais, de acordo com o método de remoção da dentina cariada: escavação manual com cureta de dentina, escavação com broca esférica em baixa velocidade, abrasão a ar, ablação com *laser* de Nd:YAG, uso do Carisolv<sup>TM</sup> e abrasão sônica. Todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo operador. Em seguida aos preparos, os dentes foram seccionados no centro da cavidade com disco diamantado e réplicas em resina epóxica foram obtidas, as quais foram cobertas com ouro e examinadas em MEV. Foram observadas ranhuras na superfície escavada com cureta, sem evidência da estrutura tubular da dentina, com presença de debris sobre a superfície sem formação de uma camada (*smear layer*) uniforme, formando apenas ilhas sobre a mesma. Já na superfície resultante após o uso da broca, houve formação de *smear layer* uniforme, cobrindo-a por completo, além de rugosidade sem túbulos dentinários visíveis. O preparo com abrasão a ar produziu uma superfície característica, com *smear layer* irregular e aparência de esponja, com partículas de óxido de alumínio remanescentes e debris obliterando os túbulos. A ablação produziu debris cobrindo a maioria dos túbulos abertos com uma textura rugosa e irregular. A superfície de dentina tratada com o Carisolv foi considerada mais lisa que a produzida mecanicamente, com observação de algumas estriações causadas pelo uso de instrumentos manuais do método. A *smear layer* era homogênea, lisa e prensada/comprimida pelo gel do Carisolv. Túbulos dentinários parcialmente obstruídos também foram observados, e alguns poucos túbulos abertos. Não

houve evidência de *smear layer* na superfície criada pela abrasão sônica. Os resultados da MEV revelaram diferenças na textura e morfologia nas superfícies deixadas após escavação manual, broca, abrasão a ar, ablação, remoção químico-mecânica e abrasão sônica. Apenas a abrasão-sônica removeu tecido cariado sem formar *smear layer*. Foi concluído que há diferença na morfologia e textura da superfície produzida pelos vários tipos de métodos de remoção de tecido cariado.

Banerjee et al. (2003) <sup>4</sup> utilizaram um método histológico para comparar o limite de remoção de tecido cariado, cuja remoção foi baseada em critérios clínicos de dureza e de coloração com um evidenciador de cárie. Cinquenta molares humanos cariados foram seccionados longitudinalmente através da lesão, formando assim 100 hemi-seções, as quais foram analisadas em microscopia confocal, possibilitando a obtenção de imagens digitais. Em seguida, as lesões foram escavadas com cureta até que a dentina estivesse endurecida ao contato com uma sonda exploradora, considerado o final do preparo e a obtenção de um substrato livre de cárie. Novas fotomicrografias foram obtidas neste estágio. Foi aplicado o evidenciador de cárie (Caries Detector) em 50 hemi-cavidades durante 10s. Se houvesse dentina pigmentada com cor rosa, esta era removida com o uso de broca em baixa rotação ou escavação manual adicional, até a completa remoção da dentina pigmentada. Após a escavação, as cavidades foram novamente fotografadas, e estas imagens obtidas foram superpostas digitalmente às primeiras, para observação das diferenças entre o final do preparo cavitário e da lesão. Foi encontrada correlação entre o sinal fluorescente emitido pré-

operatoriamente e o preparo cavitário inicial usando-se escavador e guiado pela dureza da dentina. Nas cavidades onde houve auxílio de evidenciador de cárie, ocorreu maior remoção de tecido, aumentando a profundidade das mesmas, e diminuindo a chance da dentina abrigar bactérias viáveis após o preparo cavitário. Concluiu-se que as imagens digitais indicam que a extensão das cavidades preparadas usando critérios clínicos de dureza podem ser correlacionados com sinais de fluorescência emitidos pela dentina cariada em microscopia confocal.

### **2.3 ADESÃO À DENTINA CARIADA**

A dentina afetada por cárie apresenta alterações orgânicas e minerais. Alguns estudos observaram um baixo conteúdo mineral na dentina intertubular e, conseqüentemente, alteração nos componentes minerais que ocupam os espaços interfibrilares deste substrato. Embora a dentina intertubular seja hipomineralizada, seus túbulos estão ocluídos com depósitos minerais produzidos durante o desenvolvimento da lesão de cárie. Além disso, com os repetidos ciclos de desmineralização e remineralização, são formados cristais de fosfato de cálcio, os quais são menos solúveis em soluções ácidas que a apatita normal.

(Arrais et al. , 2004).

Harnirattisai et al. (1992) <sup>26</sup> observaram a interface entre a dentina cariada profunda e um adesivo, para descrição da estrutura da interface de união usando a técnica do condicionamento com íon argônio. Dez molares humanos com cárie

oclusal receberam a aplicação de evidenciador de cárie (Caries Detector) e escavação das lesões usando broca esférica em baixa velocidade, até a dentina não ser mais corada. Houve condicionamento com ácido fosfórico a 37%, lavagem, secagem e aplicação do adesivo (Clearfil Photobond), seguido de restauração com resina composta de baixa viscosidade (Protect Liner). Todos os corpos de prova ficaram armazenados em formalina neutra durante 12h, foram enxaguados e seccionados com auxílio de disco diamantado no centro das cavidades, obtendo assim, duas metades restauradas. Estas foram inseridas em resina epóxica e polidas. Uma das metades foi submetida a condicionamento com íons de argônio e cobertas com ouro para observação em MEV. Os resultados evidenciaram variação no padrão de oclusão dos túbulos em um mesmo assoalho cavitário. Antes da aplicação do íon argônio, o adesivo penetrou nos túbulos vazios, porém, a extensão da profundidade não pode ser facilmente distinguida. Porém, após a aplicação do íon argônio, a matriz tinha sido removida da resina e da camada híbrida, expondo estruturas colágenas da dentina intertubular, revelando extensão de aproximadamente 8  $\mu\text{m}$ . Foram observados dois padrões de obstrução dos túbulos, sendo mais freqüente a presença de uma estrutura semelhante a prismas compostos por depósitos cristalinos da dentina intertubular, menos solúvel quando comparada com a dentina peritubular após o condicionamento ácido. O outro tipo de obstrução, menos freqüente, era o depósito cristalino fino, de solubilidade similar a da dentina peritubular. Ambos eram facilmente dissolvidos pelo condicionamento ácido, e os *tags* de resina eram mais curtos que os encontrados nos túbulos abertos. Na dentina intertubular das

paredes laterais da cavidade, onde os túbulos eram paralelos à superfície da cavidade, havia exposição reduzida de fibrilas colágenas, quando comparadas com as do assoalho cavitário, e esta característica foi a mesma em todos os espécimes, independente se os túbulos estavam abertos ou obstruídos. A variação da morfologia observada foi atribuída a natureza da progressão de cárie pela dentina.

Em 1995, Nakajima et al.<sup>51</sup> avaliaram a resistência de união de sistemas adesivos à dentina afetada por cárie, usando quarenta e sete molares humanos cariados e armazenados em azida sódica a 0,2%. A face oclusal foi desgastada com lixa até obtenção de uma superfície plana de dentina, ficando a dentina afetada por cárie circundada por dentina sadia. Aquela foi reconhecida através dos critérios visual e dureza com uma sonda exploradora e uso de um detector de cárie. Desta forma, todo tecido amolecido e corado foi removido. Foi aplicado um dos três sistemas adesivos: Scotchbond multi-purpose, All-Bond 2 e Clearfil Liner Bond II, de acordo com as instruções dos fabricantes, e foram restaurados com resina composta Silux Plus, até a altura de 3 a 5 mm. Os espécimes ficaram armazenados em água a 37°C durante 24h e foram preparados em forma de ampulheta para o ensaio mecânico de microtração. Os resultados evidenciaram que a RU para os sistemas Clearfil Liner Bond II e All Bond 2 na dentina sadia foi aproximadamente duas vezes maior do que a RU na dentina afetada por cárie, enquanto para o sistema Scotchbond multi-purpose não houve diferença entre os dois substratos. Os resultados indicam que a resistência de união depende do sistema adesivo utilizado e do tipo de substrato onde será realizada a adesão.

Em 1996, Xie et al.<sup>89</sup> avaliaram a resistência de união à dentina sadia e à dentina cariada artificialmente. Vinte e dois terceiros molares humanos livres de cárie, armazenados em solução de timol tiveram seu esmalte vestibular e lingual removidos previamente à divisão em dois grupos. As superfícies foram cobertas com verniz protetor, deixando janelas, na face vestibular ou lingual, de 4 mm x 4 mm de dimensão, onde foram criadas as lesões artificiais de cárie com gel de ácido láctico durante três semanas. O lado oposto de cada dente serviu como controle. Assim, onze dentes foram condicionados com ácido fosfórico e onze não, antes da aplicação do agente adesivo Optibond e da construção de um cone invertido de resina composta Herculite. As amostras ficaram armazenadas em água a 37°C por 24h antes de serem submetidas ao teste de tração. Foi encontrada, pelo teste de ANOVA, diferença significativa entre os tipos de substrato (dentina sadia e cariada artificialmente), mas não entre os tipos de tratamento (com condicionamento ou não). A interação substrato-tratamento também não foi significativa. A profundidade da lesão cariada foi determinada em microscopia de luz polarizada e variou de 64 a 88 µm, lembrando o processo inicial natural de cárie. Foram vistas mais falhas adesivas na dentina cariada que na sadia, uma vez que a RU foi inferior quando o sistema adesivo foi aplicado ao substrato dentinário comprometido pelo processo de cárie.

Palma et al. (1998)<sup>60</sup> avaliaram a influência do corante evidenciador de cárie sobre a RU de sistemas adesivos à dentina artificialmente cariada. Sessenta molares humanos hígidos tiveram seu esmalte lingual e vestibular removido com

disco diamantado, seguido de aplicação de verniz nestas superfícies, deixando janelas de 4 mm x 4 mm, previamente à imersão dos dentes em gel de ácido láctico, durante 14 dias. Os dentes foram distribuídos em grupos, de acordo com o material restaurador (TPH Spectrum, Dyract, Advance) e corante utilizados (fucsina básica a 0,5%, Caries-D-Tect e Caries Finder). O adesivo Prime & Bond 2.0 foi usado em todos os grupos e o controle não utilizou os evidenciadores. Os corantes foram aplicados sobre a dentina cariada, previamente ao condicionamento ácido, aplicação do adesivo e confecção das restaurações em forma de cone invertido. As amostras ficaram armazenadas em água a 37°C por 24h e levadas ao ensaio mecânico de tração. Os corantes não afetaram a RU quando comparados ao grupo controle. Quando os materiais foram comparados, TPH Spectrum e Dyract obtiveram RU similar, e maior que a RU do Advance. A RU obtida na dentina cariada foi menor que a encontrada em outros estudos sobre a dentina hígida. Foi concluído que a resistência de união à dentina cariada é muito baixa e que o uso dos corantes não influenciou a RU dos materiais testados.

Nakajima et al. (1999a) <sup>52</sup> avaliaram a eficácia da resistência de união à dentina afetada por cárie usando três sistemas adesivos autocondicionantes. Foram utilizados 19 molares humanos cariados, seccionados perpendicularmente ao seu longo eixo, e a dentina afetada por cárie, no centro da superfície plana, estava circundada por dentina hígida, sendo reconhecida com método visual e auxílio de evidenciador de cárie (Caries Detector). Os dentes foram divididos em três grupos, de acordo com o sistema adesivo: Clearfil Liner Bond 2, Clearfil Liner Bond 2V e ART Bond, todos aplicados seguindo a recomendação dos fabricantes.

Foi construída coroa de resina composta Clearfil AP-X antes da armazenagem em água durante 24h e construção de espécimes em forma de ampulheta para serem testados em ensaio de microtração. O modo de falha de cada um e a espessura da camada híbrida foram vistos em MEV. Foi encontrada redução da RU na dentina afetada por cárie nos adesivos Clearfil Liner Bond 2 e Clearfil Liner Bond 2V. O sistema ART Bond não apresentou diferença estatística na RU entre os dois substratos, sadio ou afetado por cárie. A espessura da camada híbrida encontrada na dentina afetada por cárie foi quase o dobro da encontrada na dentina sadia. Isto indica que a dentina intertubular da dentina afetada por cárie é mais permeável aos *primers* autocondicionantes que a da dentina hígida, presumivelmente porque essa dentina intertubular seja parcialmente desmineralizada e mais porosa. A *smear layer* também é mais porosa devido ao amolecimento da dentina cariada. Foi concluído que dois dos três sistemas autocondicionantes avaliados produziram RU mais baixa na dentina afetada por cárie que na dentina hígida. Os três sistemas produziram camadas híbridas delgadas na dentina sadia, enquanto na afetada por cárie, produziram camadas com o dobro de espessura.

No mesmo ano, 1999 (b) <sup>53</sup>, Nakajima et al. avaliaram a dureza *Knoop* e a RU do sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose à dentina sadia e afetada por cárie, aderido sob condições úmida ou seca, com modificação da composição do *primer*. Foram utilizados um *primer* comercial contendo 47% de HEMA em água e 13% de ácido polialquenóico e um *primer* experimental contendo 50% de HEMA em água. A condição úmida foi obtida com secagem com papel absorvente e a

condição seca, com jatos de ar. Superfícies planas em dentina, onde a lesão de cárie estivesse circundada por dentina sadia, foram polidas com lixa 600 até a obtenção da dentina afetada por cárie, a qual foi reconhecida com auxílio de métodos de inspeção visual e evidenciação com corante, sendo a não corada a escolhida para este estudo. Para os procedimentos adesivos, as superfícies planas foram condicionadas com ácido fosfórico a 35%, enxaguadas e distribuídas em grupos: dentina hígida úmida com aplicação do *primer* comercial, dentina hígida seca com *primer* comercial, dentina hígida com *primer* experimental, dentina afetada por cárie, úmida, com *primer* comercial e dentina afetada por cárie com o *primer* experimental. Após aplicação do adesivo, restauração com resina composta Clearfil AP-X e armazenagem em água a 37°C, foram produzidos espécimes em forma de ampulheta para o teste de microtração. Houve mensuração da dureza dos espécimes fraturados e fixados em formalina, 50 µm abaixo da interface de união, e em seguida, os mesmos foram cobertos com ouro para observação em MEV. Os resultados da microtração revelaram maior RU na dentina sadia quando a técnica de adesão úmida foi usada. Não houve diferença entre a RU da dentina sadia e afetada por cárie na técnica de adesão úmida e *primer* comercial, porém, quando do uso do *primer* experimental, a dentina afetada por cárie mostrou menor RU que a dentina sadia. A dureza Knoop da dentina sadia foi de 52 a 57 KNH, sendo o dobro da dureza da dentina afetada por cárie (ca. 25 KNH), sem diferença entre os dois tipos de *primer*. Conclui-se que os benefícios da adesão úmida podem ser estendidos à dentina afetada por cárie

quando do uso do sistema adesivo investigado neste estudo, além da presença do ácido polialquênóico ter contribuído para a RU em dentina afetada por cárie.

Dando seqüência ao estudo de Nakajima et al. (1999b)<sup>53</sup>, referido acima, houve observação da interface adesiva em MEV, depois da mensuração da dureza Knoop dos espécimes fraturados, que foram cobertos com ouro. Adicionalmente, outras interfaces (sem sofrer tração) foram polidas e submetidas ao condicionamento com ácido fosfórico a 10% por 3 a 5min e imersas em hipoclorito de sódio a 5% durante 5min, para posterior observação da espessura da camada híbrida em MEV. Esta espessura compreendeu a distância mínima entre o topo da camada híbrida e a base da mesma adjacente aos *tags* de resina. Os resultados mostraram resistência da camada híbrida dos dois tipos de substrato (sadio ou afetado por cárie) às alterações ácido-básicas. Os dois tipos de *primer* produziram espessura de aproximadamente 3  $\mu\text{m}$  na dentina sadia e de 7  $\mu\text{m}$  na dentina afetada, havendo uma terceira camada entre a camada híbrida e o adesivo quando o *primer* comercial foi utilizado, que estava ausente quando do uso do *primer* experimental. Esta camada representa o polímero (ácido polialquênóico) componente do *primer*. A dentina afetada por cárie tem a metade da dureza da dentina hígida, indicando a perda de sua fase mineral e obstrução de seus túbulos com cristais. A perda de minerais afeta o condicionamento ácido, resultando em uma desmineralização mais profunda permitindo uma maior difusão do sistema adesivo, produzindo desta forma, uma maior espessura da camada

híbrida, embora não haja correlação deste achado com os resultados da RU apresentados pela dentina afetada por cárie.

Foi examinada a resistência de união de um adesivo autocondicionante à dentina hígida ou infectada por cárie, por Kimochi et al.<sup>37</sup>, em 1999. Sete molares humanos extraídos, com cárie oclusal em dentina, foram preparados, sendo três para ensaio de microtração, e quatro para MEV. A dentina cariada foi avaliada segundo critérios visuais, com auxílio de um detector de cárie. Os dentes foram lixados com lixa 600 até a obtenção de uma superfície plana, onde a dentina cariada estava circundada por dentina hígida. Foi aplicado o *primer* sobre toda a superfície polida durante 20s, seguido da aplicação do adesivo e da construção coronária em resina composta Clearfil AP-X. Os dentes restaurados ficaram armazenados em água a 37°C durante 24h e sujeitos ao teste de microtração e análise em MEV. Após o corte em forma de ampulheta, um total de 8 espécimes em dentina sadia e 6 em dentina infectada por cárie foram levados ao ensaio mecânico. Dois dentes foram seccionados no longo eixo com disco diamantado, para avaliação da interface adesiva. Outros dois dentes foram examinados em MEV, para observação da ação do *primer* sobre a dentina. Foi encontrada RU de 33,4 MPa na dentina hígida e de 11,0 MPa na dentina infectada. Na dentina sadia, a fratura predominantemente observada foi adesiva, enquanto na dentina cariada foi coesiva de dentina. A camada híbrida apresentou 1 a 2 µm de espessura, com *tags* curtos, na dentina hígida. Na dentina cariada, houve formação de *gaps* e *mud-like* estrutura (estrutura parecida com *smear layer*), não sendo observada a formação de *tags*. O *primer* foi eficiente na remoção da maioria da *smear layer* e

*smear plugs*, e a presença de bactérias pode ser detectada na dentina infectada. A RU à microtração diminui na dentina infectada e a presença das *mud-like* estruturas podem inibir a profundidade de penetração de resina adesiva pela dentina cariada desmineralizada, impedindo a formação de camada híbrida típica e dos *tags* de resina.

Kwong et al. (2000) <sup>43</sup> avaliaram a estrutura em MEV e MET da camada híbrida formada na dentina esclerótica, após a aplicação de um sistema autocondicionante, com ou sem pré-condicionamento com ácido fosfórico. Foram utilizados 30 pré-molares com lesões cervicais naturais e outros 14 hígidos, nos quais foram confeccionadas cavidades artificiais na face vestibular com broca *carbide* em baixa rotação. Para observação em MEV, 20 dentes com lesão natural e 10 com lesão artificial foram distribuídos em 2 grupos, A) aplicação de ácido fosfórico a 40% por 15s seguido de enxágüe; e B) aplicação do *primer* autocondicionante do sistema Clearfil Liner Bond 2V por 30s, seguido de imersão em etanol para sua remoção. Outros 10 dentes com lesão natural e 4 com lesão artificial foram observados em MET, sub-divididos nos grupos: A) condicionamento com ácido fosfórico previamente à aplicação do *primer* e do adesivo; e B) aplicação do sistema segundo instruções do fabricante. Secções ocluso-cervicais de 1 mm foram confeccionadas, representando as regiões oclusal, gengival e profunda da lesão, e cada uma foi novamente seccionada longitudinalmente em duas. Metade destas hemi-secções foi desmineralizada com EDTA 0,5 M durante 10 dias. As fotomicrografias (MEV) da dentina condicionada com ácido fosfórico após a lesão artificial mostraram completa remoção da *smear layer* e exposição da

rede colágena. As correspondentes figuras da MET evidenciaram camada híbrida com 5  $\mu\text{m}$  de espessura, sem colapso de fibrilas. As fotomicrografias das lesões naturais condicionadas com ácido fosfórico revelaram estruturas resistentes ao ácido, protruindo dos túbulos, reconhecidas como cristais minerais. Apenas os túbulos livres de cristais foram abertos pelo condicionamento ácido. Diferentemente da dentina hígida, esta superfície apresentou-se granulosa, que em maior aumento mostrou morfologia similar aos depósitos minerais, cujas características foram confirmadas ao MET. Foram encontradas variações ao longo da parte profunda das lesões naturais, remanescentes irregulares no topo das lesões condicionadas com ácido, e em MET constatou-se que estas estruturas eram bactérias aderidas à superfície da lesão após condicionamento e enxágüe, aprisionadas entre a camada de resina composta e a camada híbrida, bem como dentro de alguns túbulos. A camada híbrida apresentou-se com 1,5  $\mu\text{m}$  de espessura ou ausente quando a superfície hipermineralizada estava ao longo da lesão. No grupo autocondicionante, a *smear layer* permanecia intacta com *smear plugs*, e ao MET foi encontrado um complexo hibridizado composto de superfície de *smear layer* hibridizada e uma sub-superfície de dentina intertubular hibridizada com aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  de espessura. Também houve formação de regiões ácido-resistentes e camada híbrida de aproximadamente 300 nm. A dentina esclerótica da lesão natural não foi exposta pelo *primer*, apresentando áreas semelhantes a corais, as quais eram nódulos e filamentos envolvidos por uma matriz intermicrobiana. O sistema autocondicionante infiltrou por esta matriz e desmineralizou a dentina subjacente, resultando numa camada híbrida de 0,5  $\mu\text{m}$

de espessura. Concluiu-se que na dentina esclerótica deveriam ser utilizadas técnicas adaptativas, como o prolongamento do tempo de condicionamento ácido.

Yoshiyama et al. (2000)<sup>93</sup> compararam a morfologia da interface de dois sistemas adesivos, autocondicionante e convencional, às dentinas hígida e afetada por cárie em MEV, e adicionalmente, mensuraram a resistência de união em teste de microtração. Doze molares humanos cariados foram preparados para teste de RU, tendo sua superfície oclusal seccionada perpendicularmente ao longo eixo, desgastada com lixa 600, até exposição de uma superfície plana de dentina, onde a lesão de cárie estava circundada por tecido sadio. Para obtenção da dentina afetada por cárie, foram utilizados os critérios de exame visual e auxílio de corante. Os dentes foram distribuídos em grupos, sendo oito condicionados com ácido fosfórico a 35% antes da aplicação de Single Bond (SB), quatro mantidos úmidos e quatro com dentina seca com ar. Foi aplicado o sistema Fluoro Bond (FB) nos dentes restantes. Todos foram restaurados com resina composta AP-X, armazenados em água a 37°C por 24h e preparados espécimes na forma de ampulheta, nos quais havia interface situada em dentina sadia ou afetada por cárie. Três dentes adicionais tiveram o mesmo tipo de adesão e preparo na forma de ampulheta para posterior observação em MEV (um para cada grupo: ácido fosfórico/adesão úmida; ácido fosfórico/adesão seca; autocondicionante) depois da desidratação em etanol, secagem ao ponto crítico e cobertura com ouro. Um espécime de cada grupo foi condicionado e tratado com NaOCl. A resistência de união encontrada em dentina sadia para o adesivo SB foi de 46 MPa quando úmida e 26,4 MPa quando seca, e para FB foi de 28,3 MPa. Na dentina afetada

por cárie foi encontrado 27,1 MPa, 18,1 MPa e 17,5 MPa respectivamente. À MEV foi observada camada híbrida espessa (5 a 10  $\mu\text{m}$ ) para o SB na dentina afetada por cárie úmida, com depósitos minerais ocupando a entrada dos túbulos dentinários. Quando sofreu condicionamento ácido e imersão em NaOCl, a camada híbrida deste grupo parecia suscetível a alterações ácido-básicas, porque sua base e seu topo não estavam claros e não havia formação típica de *tags*. Na dentina hígida úmida, SB produziu camada híbrida típica com 5  $\mu\text{m}$  de espessura a qual demonstrava boa resistência a alterações ácido-básicas e com formação de *tags*. Já na dentina seca, SB produziu camada híbrida relativamente espessa, ca 10  $\mu\text{m}$ , com formação irregular de *tags*, na cariada, enquanto na dentina hígida, a camada híbrida era típica, porém mais delgada que na dentina afetada e úmida. Fluoro Bond não produziu camada híbrida na dentina afetada por cárie, mas na dentina sadia houve formação da mesma, com 1  $\mu\text{m}$  de espessura e *tags* curtos. A resistência de união é significativamente menor na dentina afetada por cárie para SB, tanto na técnica úmida quanto na seca. Fluoro Bond produziu resistência de união semelhante àquela produzida pelo SB em dentina seca, entretanto, a RU deste sistema foi significativamente mais baixa na dentina afetada por cárie que na dentina hígida.

Foi avaliada a influência da remoção químico-mecânica de cárie sobre a resistência ao cisalhamento de diferentes sistemas adesivos por Haack et al., 2000<sup>24</sup>. Cento e vinte molares humanos cariados oclusalmente, com avaliação inicial e final da presença da lesão em aparelho DIAGNODent, tiveram seu

esmalte e dentina removidos perpendicularmente ao longo eixo dentário, obtendo-se desta forma, áreas de aproximadamente 2 mm de diâmetro, com aceitável dureza ao ser tocada por uma sonda exploradora. Os dentes foram divididos em 12 grupos experimentais, a metade utilizada para remoção do tecido cariado com broca esférica e a outra metade utilizada para remoção com Carisolv™. Os dentes foram preparados para o ensaio de resistência ao cisalhamento, após a utilização das seguintes combinações de sistema adesivo e material restaurador = 1: Prime & Bond NT + Dyract, com ou sem aplicação do agente condicionante NRC; 2: Syntac SC + Tetric Ceram, com ou sem aplicação de ácido fosfórico a 37%; 3: Etch & Prime 3.0 + Definite, com condicionamento adicional de ácido fosfórico a 37%. Os corpos de prova ficaram armazenados em água a 37°C por 24h antes do teste. A análise de variância revelou que o modo de remoção do tecido cariado não foi estatisticamente significativo, enquanto os vários procedimentos adesivos exibiram diferenças significativas. O par 1 mostrou maior RU após o uso do Carisolv, sem o uso adicional de condicionamento. O par 2 aplicado sem condicionamento após a remoção convencional exibiu menor RU que quando aplicado com condicionamento após o uso do Carisolv. Já o 3, cujo adesivo é autocondicionante, não sofreu influência do método de remoção do tecido cariado quando aplicado sem o condicionamento, embora uma tendência ao maior valor de RU tenha sido observada na remoção convencional com aplicação prévia de ácido fosfórico. Os resultados deste estudo evidenciam que o método de remoção químico-mecânico não tem efeito adverso sobre a adesão de modernos sistemas à dentina afetada por cárie.

Hosoya et al.<sup>29</sup>, em 2001, estudaram a influência do Carisolv™ na adesão à dentina hígida de molares decíduos e pré-molares. Sessenta e quatro molares humanos decíduos esfoliados e 74 pré-molares humanos extraídos por razões ortodônticas, congelados em solução salina até 6 meses após sua extração, tiveram suas superfícies vestibulares cortadas com broca diamantada, lixadas com lixas 400, 600 e 800. O gel de Carisolv foi preparado de acordo com as instruções do fabricante, aplicado sobre a dentina por 3min antes de ser removido com água. Foram utilizadas as combinações de resina - sistema adesivo: Super-Bond D Liner DUAL (SD) com Clearfil Photo Anterior e Imperva Fluorobond (FB) com Litefill IIA. O sistema SD foi aplicado sobre a dentina condicionada com a solução 10-3 por 10s, enquanto que o sistema FB é autocondicionante. Dez grupos experimentais foram testados, sendo de 1 a 5 para dentes decíduos e de 5 a 10 para os permanentes: Os grupos 1 e 6 compreendiam a dentina tratada com Carisolv e sistema SD. Os grupo 2 e 7 eram tratados com a solução 10-3 e sistema SD. Grupos 3 e 8 eram tratados com Carisolv, a seguir eram condicionados com solução 10-3 e recebiam a aplicação do sistema SD. Nos grupos 4 e 9 a dentina foi tratada com Carisolv e sistema FB. E nos grupos 5 e 10 o sistema FB foi aplicado sem nenhum tipo de tratamento. Alguns espécimes foram examinados em MEV para avaliação da eficácia do condicionamento dentinário, outros foram avaliados quanto à resistência adesiva ao cisalhamento e tipo de fratura, e ainda, outros quanto a micro-estrutura da interface resina-dentina. A MEV evidenciou, para o grupo do Carisolv por 3 min em dentes decíduos: túbulos dentinários abertos e dentina intertubular uniforme/amolecida. Em dentes permanentes tratados com Carisolv

os túbulos estavam parcialmente encobertos, dentina intertubular rugosa e parcialmente coberta por remanescentes de *smear layer*. O Carisolv foi mais efetivo na remoção da *smear layer* de dentes decíduos que de permanentes. Nas dentinas tratadas com Carisolv e condicionadas com solução 10-3, os túbulos dentinários estavam abertos tanto para decíduos como permanentes. Em relação à resistência adesiva, não houve diferença entre dentina decídua ou permanente para o mesmo grupo de tratamento e sistema adesivo, com exceção para os grupos 3 e 8 e 4 e 9, onde os valores foram maiores para a dentina permanente. No grupo SD, o tratamento com Carisolv antes do condicionamento diminuiu a resistência adesiva na dentina decídua mas não afetou a dentina permanente. No grupo FB, o tratamento com Carisolv antes da aplicação do FB primer aumentou a resistência adesiva da dentina permanente, mas não foi significativo na dentina decídua. A avaliação do tipo de fratura não mostrou padrão relacionado às variáveis em estudo. Já na avaliação da interface, não foi observada camada híbrida e houve formação de *gaps* no grupo SD, refletindo na baixa resistência adesiva destes grupos (1 e 6). Quando houve condicionamento, não foram vistos *gaps* e houve formação de camada híbrida e *tags*. No grupo FB, havia uma zona escura entre a dentina e a resina, que foi relatada como uma camada híbrida alterada. Quando FB foi precedido da aplicação do Carisolv (grupo 9), houve formação da camada híbrida e *tags* nos dentes permanentes, mas não nos decíduos (grupo 4). Os autores concluíram que o tratamento com Carisolv por 3 minutos influenciou a resistência adesiva da dentina sadia permanente e decídua, sendo mais pronunciado na dentina decídua; foi menos efetivo na remoção da *smear layer* que o condicionamento ácido; diminuiu a RU

do sistema SD na dentina decídua, sem influência na permanente; e seu uso antes do FB primer aumentou significativamente a RU da dentina permanente, mas, não a RU da dentina decídua.

Yoshiyama et al.<sup>94</sup> em 2002, avaliaram a resistência de união à microtração de um sistema autocondicionante experimental, ABF e um de condicionamento ácido total Single Bond às dentina cariada, afetada por cárie e sadia. Superfícies planas de dentina foram obtidas de dezesseis molares humanos cariados, as quais receberam a aplicação de um corante de cárie previamente à aplicação dos adesivos. ABF contém um componente bactericida (MDPB) antes da polimerização e bacteriostático após estar polimerizado, sendo sugerido seu uso para eliminar bactérias da dentina cariada. Todos os dentes foram restaurados com resina composta Clearfil AP-X. Os espécimes foram preparados em forma de ampulheta para o teste de microtração e em fatias para observação em MET. Foi demonstrado que os valores de RU em dentina hígida são maiores que nos outros dois substratos, cariado e afetado por cárie. A MET evidenciou, em dentina sadia, camada híbrida com 0,5 a 1  $\mu\text{m}$  para o sistema ABF e 5  $\mu\text{m}$  para SB. Para os dois sistemas, a camada híbrida na dentina afetada por cárie foi mais espessa, a qual apresentou túbulos ocluídos com depósitos minerais. Para este substrato, embora a camada híbrida compreendesse de 3 a 8  $\mu\text{m}$  para o sistema autocondicionante e entre 15 e 19  $\mu\text{m}$  para SB, pode ser encontrada uma zona porosa, abaixo da camada híbrida para o sistema autocondicionante, ou ao longo da base da camada híbrida, para o sistema SB. Na dentina infectada, o sistema ABF formou

camada híbrida que incorporava a superfície da dentina cariada, com regiões isoladas contendo bactérias, algumas delas em processo de divisão celular antes da fixação laboratorial. Sugeriu-se que a resina adesiva pode infiltrar pela matriz porosa da dentina afetada por cárie e pelas regiões de dentina infectada por cárie. A baixa resistência de união pode ser devida à baixa resistência coesiva do substrato afetado pelo processo cariioso.

Sengün et al. em 2002 <sup>72</sup>, avaliaram a habilidade de sistemas adesivos aderirem à dentina afetada por cárie. Cinco sistemas adesivos foram distribuídos em cinco grupos contendo 12 dentes por grupo, sendo os sistemas: Solid Bond (SB), Clearfil SE Bond (CSE), Etch & Prime (EP), Prime & Bond 2.1 (PB) e One Coat Bond (OCB), em substratos hígido e cariado. Sessenta molares humanos com cárie proximal foram montados em blocos de resina acrílica com suas superfícies proximais expostas, que foram aplainadas com disco diamantado e lixadas com lixa 600 antes de receberem a aplicação de um dos sistemas adesivos de acordo com a orientação do fabricante. Cilindros de resina composta foram construídos antes da armazenagem em água a 37°C durante 10 dias, e os corpos de prova foram submetidos ao teste de resistência ao cisalhamento. Foi encontrada diferença significativa entre a RU produzida na dentina sadia em relação a RU na afetada por cárie. Entre os materiais aplicados à dentina afetada por cárie, CSE, SB e EP produziram maiores valores de RU que OCB e PB. (24,49 MPa; 21,49 MPa; 21,19 MPa; 17,43 MPa e 14,10 MPa respectivamente). Na dentina hígida, CSE apresentou o maior valor de RU (29,91 MPa), e SB (21,17 MPa) e EP (17,45 MPa) também exibiram RU estatisticamente maior que OCB

(11,99 MPa) e PB (10,57 MPa). CSE, SB e EP apresentaram RU muito próxima na dentina afetada por cárie da obtida em dentina hígida, enquanto OCB e PB foram mais sensíveis ao substrato afetado por cárie. A maioria das fraturas encontradas foi adesiva. Foi concluído que o tipo de dentina e sua estrutura histológica exercem um papel importante durante o desempenho de materiais adesivos, e em adição à isso, sua composição química pode alterar seu desempenho.

Ceballos et al.<sup>9</sup>, em 2003, avaliaram a resistência de união à microtração de sistemas adesivos (autocondicionante ou convencional) às dentinas sadia e afetada por cárie. Dezesesseis molares cariados foram divididos em quatro grupos de quatro dentes cada. A dentina afetada foi determinada combinando-se critérios visual e de coloração com auxílio de um corante de fucsina a 0,5%. Testaram-se os sistemas Prime & Bond NT e Scotchbond 1, Clearfil SE Bond e Prompt, os quais foram aplicados de acordo com as instruções do fabricante, previamente à restauração com resina composta Tetric Ceram. Foram obtidas 3 fatias de dentina hígida e 2 a 3 de dentina afetada por cárie de cada dente, totalizando, em média, 10 espécimes por grupo. Os espécimes em forma de ampulheta com área adesiva de 1 mm<sup>2</sup> foram tracionados e os resultados foram expressos em MPa. O teste de ANOVA revelou diferenças estatisticamente significantes entre os sistemas adesivos avaliados, para dentina sadia e afetada por cárie. Na dentina sadia, o sistema Prime & Bond NT obteve a maior RU, Clearfil SE Bond e Scotchbond tiveram RU similares enquanto Prompt apresentou os menores valores. Na dentina afetada por cárie, Prime & Bond NT e Scotchbond tiveram RU estatisticamente mais altas que o sistema Clearfil SE Bond, enquanto o sistema

Prompt obteve os menores valores neste substrato. Na dentina sadia, o maior número de falhas foi adesiva nos espécimes com baixa resistência de união, com falha coesiva na dentina ou na resina composta quando a resistência era alta. Na dentina afetada por cárie, fratura adesiva e coesiva em dentina foi vista nos espécimes com baixa resistência, enquanto falhas coesivas na resina composta foram vistas quando a resistência de união era elevada. Os resultados deste trabalho evidenciaram que a resistência de união à dentina afetada por cárie depende do tipo de sistema adesivo empregado, sendo os maiores valores de RU obtidos quando a dentina sadia é utilizada.

Burrow et al. em 2003<sup>7</sup>, avaliaram o efeito do Carisolv™ sobre a resistência de união à microtração de dois sistemas adesivos, um cimento de ionômero de vidro e um cimento de ionômero de vidro modificado por resina, em dentina sadia e afetada por cárie. Molares humanos cariados foram escavados com auxílio do Carisolv até a dentina mostrar-se com resistência ao corte. Dentina sadia circundava a dentina cariada, e os materiais Clearfil SE Bond - CSE, One Coat Bond - OCB, Fuji II LC e Fuji IX foram aplicados de acordo com as orientações dos fabricantes, nos dois tipos de substrato. Após armazenagem em água a 37°C durante 24h, espécimes foram preparados em forma de ampulheta para ensaio de microtração, e os resultados foram convertidos em MPa. Houve diferença estatística para Fuji II LC, sendo muito menor a RU encontrada na dentina afetada por cárie e tratada com Carisolv (16,4 MPa) do que na dentina hígida (22,8 MPa). A resistência de união dos materiais essencialmente poliméricos foi maior que a dos materiais ionoméricos, em dentina hígida e afetada por cárie, cujos valores

foram os seguintes: CSE: 31,6 e 28,7 MPa; OCB: 29,4 e 27,4 MPa, sendo Fuji IX o que apresentou a menor RU: 10,8 e 13,4 MPa, embora não tenha sido encontrada diferença estatística entre os valores de RU nas duas dentinas. Foi concluído que a dentina cariada tratada com Carisolv não afetou a adesão dos materiais testados neste estudo, com exceção do Fuji II LC.

Yoshiyama et al.<sup>95</sup>, em 2003, investigaram a resistência de união à microtração do sistema Clearfil Liner Bond 2V à dentina hígida, afetada e infectada por cárie, bem como, observaram a estrutura da interface em MET. Molares humanos cariados foram corados com evidenciador de cárie e seccionados oclusalmente, onde a dentina amolecida e avermelhada foi classificada como dentina infectada por cárie. A dentina descolorida foi descrita como dentina afetada e a dentina da periferia, como hígida. Estas superfícies foram aderidas com o sistema adesivo e restauradas com resina composta. Após um dia, os espécimes foram preparados para ensaio de microtração em forma de ampulheta, cujas áreas foram aferidas e os espécimes levados ao teste de microtração. Foi encontrada maior resistência de união na dentina hígida (45 MPa), sendo menor na dentina infectada (10 MPa) que na dentina afetada (30 MPa). As imagens da MET mostraram que houve formação de camada híbrida com menos de 1  $\mu\text{m}$  de espessura na dentina hígida, mas com 6-8  $\mu\text{m}$  na dentina afetada por cárie, com bactérias vistas nos túbulos dentinários. Também foi observado aumento dos espaços interfibrilares, preenchido por microfibrilas sem estrias em meio a resina infiltrada. Na dentina infectada, a MET evidenciou uma interface não usual, na

qual bactérias encontravam-se nos espaços entre as fibrilas colágenas desorganizadas que foram cobertas pelo adesivo, causando assim a maior espessura de camada híbrida (ca. 30 a 60  $\mu\text{m}$ ). Ficou claro que a RU foi maior na dentina hígida que nos substratos afetados e infectados por cárie, independente da espessura da camada híbrida ser mais maior nestes dois.

Çehreli et al.<sup>12</sup>, em 2003, avaliaram a influência de diferentes formas de remoção de dentina cariada sobre a resistência de união à microtração. Terceiros molares humanos cariados tiveram sua coroa seccionada transversalmente, expondo superfícies planas de dentina cariada circundada por dentina hígida, sendo que a lesão de cárie foi avaliada pelo aparelho DIAGNODent, devendo apresentar valores entre 40-50. Após lavagem com água deionizada, os dentes foram distribuídos em 4 grupos, contendo 6 dentes em cada grupo, de acordo com a forma de remoção da dentina cariada: 1: Uso de broca esférica em baixa rotação; 2: uso de abrasão a ar; 3: ponta abrasiva em ultra-som (sono-abrasão) e 4: uso do Carisolv<sup>TM</sup>. Todas as lesões foram removidas com uma das quatro técnicas até obtenção do valor 15 no DIAGNODent, o que implicava em dentina afetada pelo processo de cárie, porém, com dureza superficial reduzida durante inspeção táctil com uma sonda exploradora. Em seguida foi realizado lavagem, secagem e condicionamento com ácido fosfórico a 35%. Duas camadas do adesivo Single Bond foram aplicadas antes da restauração com resina composta Filtek P60, seguido de armazenagem em água a 37°C por 24h. Foram confeccionados espécimes em forma de ampulheta, excluindo os espécimes que continham

dentina hígida na interface. Caso ocorresse fratura espontânea durante a colagem do espécime no dispositivo, era considerado o valor de 0 MPa. Após a fratura, os lados da dentina foram analisados em lupa estereoscópica e quatro espécimes por grupo foram preparados para análise em MEV. A maior resistência de união encontrada foi no grupo 2 (abrasão a ar), 8,8 MPa, seguido pelo grupo 3 (abrasão ultra-sônica), de 8,5 MPa, pelo grupo 4 (Carisolv), de 8,4 MPa e finalmente pelo grupo 1 (broca), 6,4 MPa, porém, sem diferença estatística entre os grupos. A maioria das falhas observadas foi coesiva em dentina. A camada híbrida produzida com a dentina tratada com Carisolv foi a mais espessa, variando de 5 a 9  $\mu\text{m}$ , justificado pela ausência de formação da *smear layer* neste grupo. O condicionamento ácido pode ter infiltrado mais profundamente nos locais sem *smear layer*, causando uma zona incompletamente hibridizada. Este trabalho apresentou uma RU muito baixa em todos os grupos, menor que 10 MPa, e os espécimes fraturaram dentro da região de dentina afetada por cárie. Devido esta zona não ser tão endurecida, ser parcialmente desmineralizada e porosa, foi assumido que a fratura ocorreu na região entre a camada híbrida e a camada de dentina afetada que não foi hibridizada por completo. Concluiu-se que a diferença entre os métodos de remoção de cárie é irrelevante, quando a dentina for tratada com ácido fosfórico.

Foi avaliada a capacidade de união de um sistema adesivo com propriedades antibacterianas à dentina afetada e infectada por cárie, através de ensaio de microtração e MET, por Yoshiyama et al.<sup>96</sup> em 2004. Este sistema

autocondicionante, ABF (comercializado como Clearfil Protect Bond) contém MDPB e fluoreto de sódio. Em ensaio de microtração, foi encontrado 44,9 MPa à dentina hígida, 25,5 MPa à dentina afetada por cárie e 15,2 MPa à dentina infectada por cárie. Ao MET observou-se camada híbrida delgada, menos que 1  $\mu\text{m}$ , quando sobre dentina hígida e completa dissolução da *smear layer*. Na dentina afetada por cárie a camada híbrida era mais espessa, 6 a 8  $\mu\text{m}$ , com bactérias raramente observadas dentro dos túbulos ou na superfície dentinária. Já na dentina infectada, foi encontrada uma variabilidade do substrato patológico, em sua forma simples, camadas híbridas espessas foram encontradas (25 a 30  $\mu\text{m}$ ) com bactérias dentro dos túbulos dentinários. Outro achado revelou camada híbrida consistindo de uma zona superficial desorganizada e dentina intertubular e peritubular desnaturada, com camada adjacente de dentina hibridizada. Pode-se esperar que o sistema ABF seja capaz de eliminar bactérias residuais e remineralizar a dentina ao redor das restaurações. A RU obtida com o sistema ABF foi significativamente inferior nas dentinas afetada e infectada por cárie, em relação à RU obtida à dentina hígida coronária, embora os autores atestem que os valores obtidos com este sistema tenham sido maiores que os obtidos com outros sistemas autocondicionantes.

Arrais et al. <sup>2</sup>, em 2004, avaliaram o efeito do condicionamento ácido adicional na utilização de um sistema adesivo autocondicionante e do aumento do tempo de condicionamento para um sistema adesivo convencional, sobre a resistência à microtração quando aplicados à dentina hígida e afetada por cárie.

Também foi avaliada a morfologia da superfície e da interface sob MEV. Superfícies planas de dentina hígida e afetada por cárie de trinta e seis terceiros molares humanos, com padronização da *smear layer* com lixa de granulação 600, receberam aplicação dos sistemas adesivos Clearfil SE Bond e Single Bond (CSE e SB) de duas maneiras, uma conforme indicação dos fabricantes e outra experimental, havendo condicionamento ácido complementar para o primeiro e aumento do tempo de condicionamento para o segundo adesivo. Para o CSE, ácido fosfórico a 35% foi aplicado durante 15s, previamente à aplicação do primer e do adesivo. E para o SB, ácido fosfórico a 35% durante 45s, seguido de lavagem e secagem antes da aplicação do adesivo. Os resultados encontrados para o teste de microtração, em MPa, foram, para o CSE, de 41,82 e 23,06 em dentina hígida e afetada, respectivamente; CSE com condicionamento, de 48,70 e 30,76 MPa em dentina hígida e afetada, respectivamente. Para o SB foi de 50,69 e 23,58 MPa em dentina hígida e afetada, e SB com condicionamento aumentado foi de 43,74 e 33,97 MPa, respectivamente para dentina hígida e afetada por cárie. Na dentina afetada por cárie, observou-se em MEV que o condicionamento desmineralizou a dentina intertubular, mas não removeu depósitos minerais de todos os túbulos. O maior tempo de condicionamento foi hábil para dissolver parte das calcificações, abrindo alguns túbulos, promovendo um aumento na espessura da camada híbrida. Concluiu-se que a resistência de união foi maior na dentina hígida, sem diferença entre os adesivos. Com condicionamento adicional ou com aumento de tempo, a resistência de união na dentina afetada por cárie foi maior que a obtida de acordo com as recomendações dos fabricantes, mas não alterou a RU para a dentina hígida.

Doi et al. em 2004 <sup>16</sup>, avaliaram a resistência à microtração de três sistemas adesivos autocondicionantes às dentinas sadia, afetada e infectada por cárie. As superfícies oclusais cariadas de molares humanos foram seccionadas com disco diamantado e lixadas com lixa 600 até obtenção de uma superfície plana de dentina, a qual foi corada com evidenciador *Caries-detector*. A dentina sadia não permaneceu corada, a afetada por cárie apresentou-se rosa pálido enquanto a dentina infectada permaneceu vermelha. As superfícies foram tratadas com Clearfil SE Bond, Mac-Bond II ou UniFil Bond, seguido de restauração com resina composta, antes da armazenagem a 37°C por 24h. Os corpos de prova sofreram cortes em forma de fatias, nas quais foi distinguido o tipo de substrato trabalhado (dentina sadia, afetada ou infectada por cárie) pelo grau de coloração dado pelo evidenciador. Após o ensaio de microtração, ficou comprovado que a resistência de união obtida pelos três sistemas adesivos foi menor nas dentinas afetada e infectada por cárie do que na dentina sadia, entretanto, sem diferença estatística entre eles quando foram comparados nas duas camadas de dentina cariada. Na MEV, encontrou-se mais estruturas porosas nas camadas híbridas das dentinas cariadas que na dentina hígida, sendo visualizadas em maior quantidade na dentina infectada, a qual também é severamente desmineralizada quando comparada à dentina afetada por cárie. Embora a diferença estatística da RU aos dois tipos de substrato cariado não tenha sido significativa, a aplicação dos sistemas adesivos sobre a dentina infectada resultou em menores valores quando comparados aos obtidos com a dentina afetada.

### 3 PROPOSIÇÃO

---

Avaliar, por meio de ensaio mecânico de microtração, (1) a resistência de união de um sistema adesivo convencional simplificado e de um autocondicionante ao substrato dentinário hígido e afetado por cárie resultante após utilização de diferentes métodos de remoção da dentina artificialmente cariada.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

---

### 4.1 Seleção e distribuição dos dentes

Quarenta e oito dentes terceiros molares humanos hígidos, morfologicamente normais, sem trincas ou manchas ao exame macroscópico foram selecionados. Estes dentes foram coletados após a obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, elaborado de acordo com as instruções do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Araraquara, o qual aprovou a execução deste estudo (Anexo A). A coleta dos dentes foi realizada no CEO – Centro Especializado de Odontologia, em Fortaleza-CE.

Após limpeza com curetas periodontais para a remoção dos tecidos moles remanescentes, os dentes foram lavados em soro fisiológico e armazenados em solução refrigerada contendo timol a 0,2%, por um período máximo de 6 meses.

Trinta e dois dentes foram aleatoriamente distribuídos em 8 grupos experimentais, dois dos quais eram em dentina hígida e seis em dentina afetada por cárie, de acordo com o tipo de material (sistema adesivo) e o tipo de substrato dentinário. Esses dentes foram utilizados para avaliação da resistência de união em teste de microtração (4 dentes por grupo), enquanto os demais (N=16) foram preparados para análise qualitativa em microscopia eletrônica de varredura (MEV), como descrito ao final deste capítulo. A identificação dos grupos está apresentada na Tabela 1.

Um sistema adesivo convencional simplificado, **Adper Single Bond\*** (SB), e um sistema adesivo *primer* autocondicionante **Clearfil SE Bond\*\*** (CSE) foram avaliados. A composição dos sistemas adesivos e de outros materiais empregados, bem como seus fabricantes, estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 1- Apresentação do número de dentes por grupo experimental e a identificação dos grupos, segundo as variáveis: tipo de material e tipo de substrato dentinário, utilizados para o ensaio mecânico de resistência de união

Sistema adesivo	Substrato dentinário			Controle	TOTAL
	Cureta	Broca esférica	Carisolv	Dentina hígida	
Single Bond (SB)	4	4	4	4	16
Identificação do grupo	SB1	SB2	SB3	SB4	
Clearfil SE Bond (CSE)	4	4	4	4	16
Identificação do grupo	CSE1	CSE2	CSE3	CSE4	
<b>TOTAL</b>	8	8	8	8	32

Além dos sistemas adesivos, foram investigados quatro tipos de substrato dentinário: a) dentina hígida; após remoção de tecido infectado por cárie utilizando b) método mecânico manual, usando-se cureta de dentina; c) método mecânico rotatório, usando-se broca de aço esférica em baixa rotação; e d) método de remoção químico-mecânica representado pelo Carisolv<sup>TM\*\*\*</sup>. Os dentes foram submetidos a um protocolo de indução artificial de cárie dentinária para que os métodos de remoção pudessem ser avaliados.

Tabela 2 - Principais componentes, fabricante e lote dos materiais.

\* 3M Dental Products, St. Paul, MN, EUA.

\*\* Kuraray Co. Ltd., Osaka, Japão.

Nome comercial	Principais Componentes	Fabricante	Lote
<b>Adper Single Bond (SB)</b>	Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, fotoiniciador, copolímero, metacrilato funcional do ácido poliacrílico e politacônico, etanol, água	3M/ESPE Dental Products, St. Paul, MN, EUA	4JU
<b>Clearfil SE Bond (CSE)</b>	<u>Primer</u> : MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, canforoquinona, N-N-dietanol toluidina, água <u>BOND</u> : MDP, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico, canforoquinona, N-N-dietanol-p- toluidina, sílica coloidal silanizada	Kuraray Med. Inc., Ltd. Osaka, Japão	61209  61209
<b>Filtek Z250</b>	Resinas Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, zircônia, sílica	3M/ESPE Dental Products, St. Paul, MN, EUA	3MN
<b>Carisolv™ Gel multimix incolor</b>	<u>Gel 1</u> : ácido glutâmico, leucina, lisina, cloreto de sódio, Na-CMC, água purificada <u>Gel 2</u> : solução de hipoclorito de sódio a 0,5%	MediTeam Dental AB, Svedalen, Suécia	03-005

Abreviaturas: Bis-GMA: bisfenol-glicidil-dimetacrilato; HEMA: 2-hidroxi-etil-dimetacrilato; MDP: 10-metacrilatoiloxidecil-dihidrogenio-fosfato; UDMA: uretano dimetacrilato; Bis-EMA: bisfenol-polietilinoiglicoldieterdimetacrilato; CMC: carboximetil celulose

O grupo controle para cada sistema adesivo foi representado por sua aplicação sobre a dentina hígida. Uma vez que a aplicação sobre a dentina cariada e não removida inviabilizou a obtenção de espécimes para o ensaio mecânico de microtração, devido à baixa resistência de união a este substrato, não foi possível a utilização de um grupo controle positivo.

#### **4.2 Obtenção da superfície de dentina**

Para obtenção da superfície plana de dentina, cada dente foi fixado em uma base de madeira com uso de godiva de baixa fusão e o conjunto foi levado ao aparelho de cortes seriados, ISOMET 1000 (ISOMET Buehler Ltd., Lake Bluf, Il, EUA ). Sob irrigação constante, baixa velocidade e com disco de diamante\*, realizou-se um corte transversal no terço oclusal da coroa, expondo a dentina superficial. Esta foi cuidadosamente avaliada em lupa estereoscópica quanto à presença de esmalte remanescente. Quando necessário, o dente retornou ao aparelho de cortes para outra secção, até a completa remoção do esmalte. Nos dentes pertencentes ao grupo controle (dentina hígida), um segundo corte transversal foi realizado aproximadamente 1,0 mm abaixo do primeiro corte, para compensar a remoção da dentina cariada realizada nos demais grupos. Desta forma, foram obtidas superfícies dentinárias com profundidade semelhante às obtidas nos dentes submetidos ao protocolo de indução de cárie.

### 4.3 Protocolo de indução artificial de cárie

Com exceção dos dentes pertencentes ao grupo controle, todos os demais foram submetidos à indução artificial de cárie, cuja metodologia foi adaptada de alguns estudos<sup>14; 22; 23; 32; 38; 49; 83; 84</sup>. Inicialmente, os ápices radiculares abertos foram selados com resina composta (Filtek Z250, cor A 3.5). Em seguida, realizou-se uma pequena perfuração, com broca diamantada esférica em alta rotação (KG Sorensen, Barueri, SP), sob refrigeração, na região apical de uma das raízes para a transfixação de um fio de aço.

Para que apenas a superfície de dentina fosse submetida ao desenvolvimento artificial de cárie, o dente recebeu aplicação de uma camada de um adesivo epóxi de uso doméstico/profissional\*. Este foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante, e aplicado com pincel descartável (Dupont Produtos Odontológicos, Guarulhos, SP) sobre todo o dente, com exceção da superfície de dentina. Após a aplicação e secagem do adesivo epóxi, foi aplicada uma camada de esmalte de unha\*\* (Figura 1). Depois de nova secagem, o dente foi pendurado em uma tela/grade metálica adaptada à abertura de um bequer, o qual foi preenchido com 300 mL de água destilada, de tal forma que os dentes ficassem submersos. O conjunto foi esterilizado em autoclave\*\*\* a 120°C, 1 kgf/cm<sup>2</sup>, por 20 minutos. Os dentes foram trabalhados em grupos de 8 para esta fase experimental.

#### 4.3.1. Repicagem de *Streptococcus mutans*

Cepas de *Streptococcus mutans* ATCC25175 (Coleção de Culturas Tropical Fundação André Toselo) foram mantidas congeladas até o momento de sua

---

\* nº 11-4254, 4" x 0,012", série 15LC, Diamond Wafering Blade, Buehler Ltd., Lake Bluf, Il., EUA

\* ARALDITE HOBBY / Ciba Especialidades Químicas Ltda.- São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil.

\*\* Colorama Express Secagem Rápida – CEIL Com. Exp. Ind. Ltda, São Paulo, Brasil.

utilização. Estas foram doadas pelo Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara para a execução desta fase experimental.



FIGURA 1 - Dente seccionado, coberto com adesivo epóxi e esmalte de unha da cor branca, transfixado com fio ortodôntico na região apical

Trabalhando-se próximo à chama, realizou-se a repicagem dos microrganismos com duas alçadas, removidas do tubo de armazenagem da cultura pura, e inseridos em tubos de ensaio contendo 5 mL do meio BHI caldo, seguido da agitação de cada tubo por alguns segundos antes da incubação a 37°C por 48 horas em estufa bacteriológica\*, em condições de microaerofilia, utilizando-se jarras\*\* de anaerobiose com fechamento hermético. O meio BHI caldo (composto de BHI e extrato de levedura\*\*\* e água destilada) foi manipulado conforme descrição no anexo B, devendo ser esterilizado previamente à repicagem dos microrganismos. A Figura 2 apresenta os passos descritos.

---

\*\*\* Phoenix Equipamentos Científicos – Araraquara, São Paulo, Brasil.

\* Estufa de Cultura FANEM Ltda. São Paulo, Brasil.

\*\* Jarras Anaeróbias Permution – E. J. Krieger & Cia, Ltda. Curitiba, Paraná, Brasil.

\*\*\* Acumedia Manufactures, Inc. Baltimore, Maryland, EUA.



FIGURA 2 – a) Meios de cultura BHI e extrato de levedura; b) Tubos de ensaio contendo 5 mL do meio BHI caldo após esterilização; c) Repicagem de *S. mutans*. Seta: alça metálica; d) Incubação.

Constatado o crescimento dos microrganismos nos referidos tubos, realizou-se a agitação e análise da turbidez dos inóculos pela densidade padrão 4 da Escala de McFarland\*, que é o instrumento para estimar o número de bactérias em suspensão.

\* Padrão 4=  $1,2 \times 10^9$  bactérias/mL (McFarland, 1970)

### 4.3.2 Preparo do meio cariogênico

O meio cariogênico empregado para a indução artificial de cárie dentinária foi composto de uma solução para crescimento bacteriano, a qual continha em 100 mL de água destilada, 3,7 g de BHI, 0,5 g de extrato de levedura, 1 g de glicose\* e 2 g de sacarose\*\* (Figura 3a). Após esterilização em autoclave a 120°C durante 20 minutos e resfriamento, os dentes previamente pendurados na tela metálica foram suspensos na solução (25 mL/dente), antes da inoculação das cepas de microrganismos (Figura 3b).

Foram inseridos 2% do meio de cultura BHI caldo contendo *S. mutans* com auxílio de uma pipeta do tipo Eppendorf (Figura 3c), seguido de leve agitação e trabalhando-se sempre próximo à chama. Finalmente, o bequer contendo o meio de indução de cárie com os dentes e os microrganismos foi colocado em jarra de anaerobiose para crescimento em condições de microaerofilia pelo método da vela e levado à estufa a 37°C (Figura 3d).

### 4.3.3 Formação de cárie sobre a dentina exposta

O período total de contato da dentina com o meio cariogênico consistiu de 14 dias, sendo que a cada 48 horas, a solução foi trocada por uma nova, incluindo nova inoculação de microrganismos, como descrito anteriormente.

Ao final deste período, a dentina apresentava-se ligeiramente escurecida, amolecida ao toque com sonda exploradora, podendo ser retirada em lascas com auxílio de uma cureta de dentina.

---

\* D-Glucose Anidra, CAQ – Casa da Química Ind. E Com. Ltda., São Paulo, Brasil.

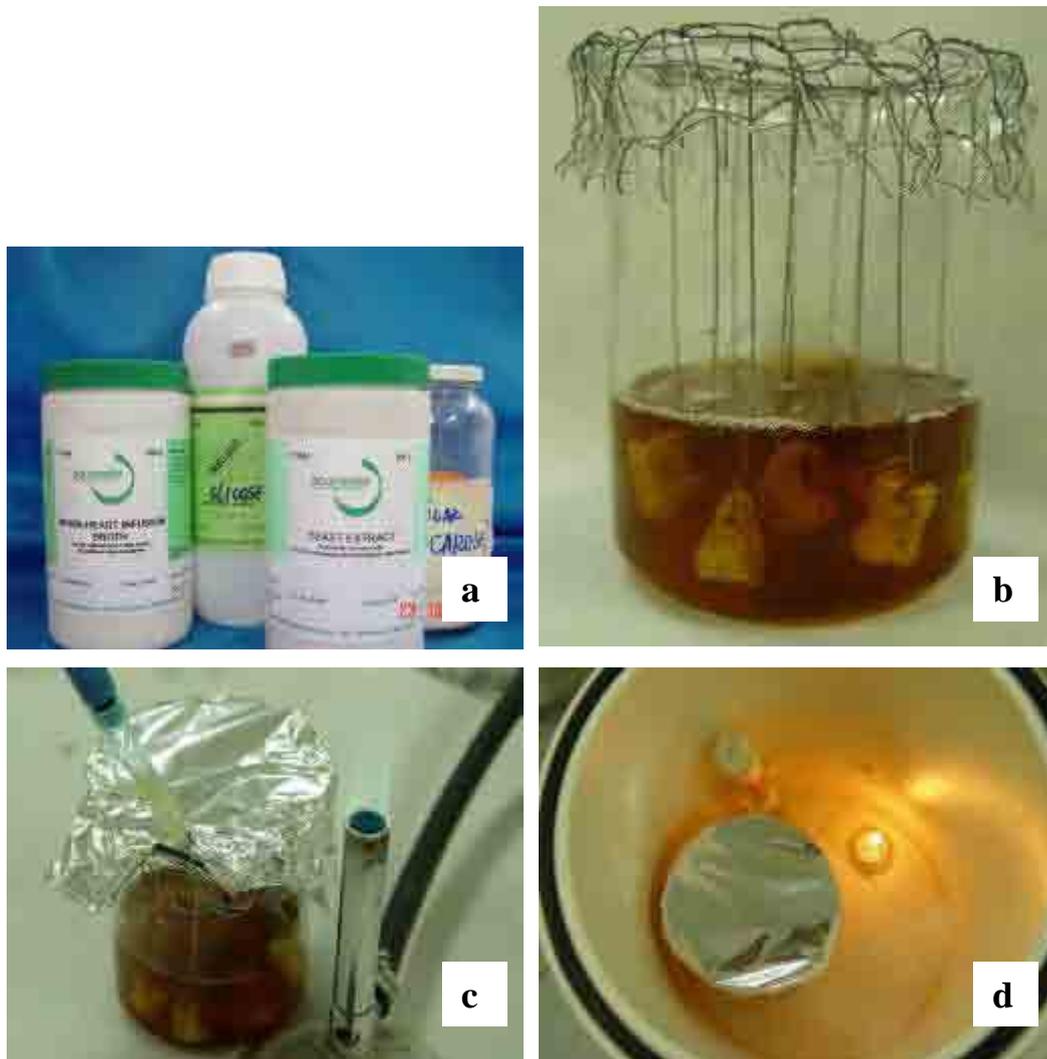


FIGURA 3 - a) Meios de cultura, sacarose e glicose; b) dentes transfixados na região apical pendurados em uma tela metálica adaptada à abertura de um bequer e suspensos na solução para crescimento bacteriano; c) Inserção de 2% de *S. mutans* na solução para crescimento bacteriano e d) Jarra de microaerofilia preparada para entrar na estufa bacteriológica

#### 4.4 Métodos de remoção da dentina cariada e grupo controle

Decorrido o período de formação de cárie artificial, os dentes foram retirados do meio e novamente esterilizados em autoclave, durante 20 minutos a 120°C,

\*\* Cristalçúcar União, Cia. União dos Refinadores, São Paulo, Brasil.

mergulhados em água deionizada\* (12,5 mL/dente) para evitar acúmulo de minerais na superfície amolecida de dentina.

A Figura 4a apresenta um dente logo após a remoção do meio de indução de cárie, coberto de biofilme em toda sua extensão. Após a remoção do esmalte de unha e do verniz, observou-se a coloração escurecida da dentina cariada, ainda coberta com biofilme (Figura 4b).

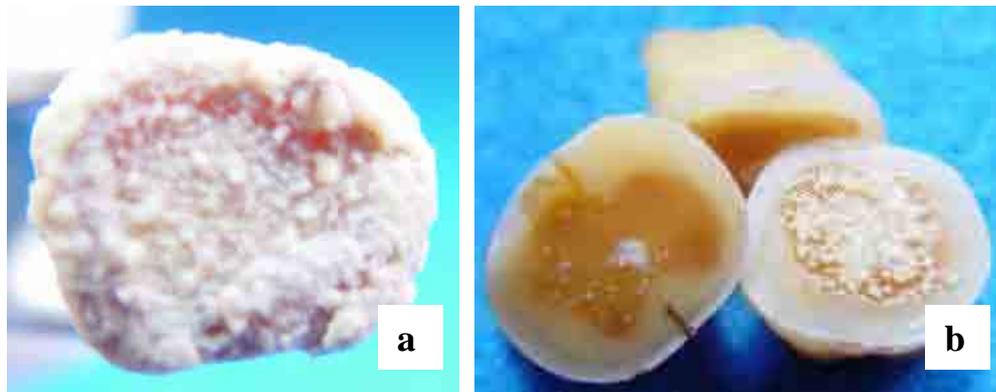


FIGURA 4 - a) Aspecto do dente após 14 dias de permanência no meio cariogênico; b) Após a remoção do verniz e do esmalte de unha e da maioria do biofilme, evidencia-se a coloração escurecida da dentina

Após a remoção do biofilme com gaze esterilizada, os dentes foram aleatoriamente distribuídos para cada grupo experimental.

Para a padronização da remoção da dentina infectada, utilizou-se como coadjuvante um evidenciador de cárie à base de fucsina básica a 0,5% (Videcárie, INODON, Porto Alegre, RS), o qual foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante, associado à inspeção visual e sensibilidade tátil do operador.

---

\* ELGA – Process Water, Bucks, Reino Unido.

Todos os procedimentos foram realizados por um único operador, após treinamento prévio.

#### **4.4.1 Remoção mecânico-manual da dentina cariada**

Foram utilizados escavadores de dentina de número 5 e 11\*, (Figura 5a) previamente esterilizados, sendo que o mesmo escavador foi usado para remoção da dentina cariada de cada 4 dentes.

Após aplicação por 10 segundos de uma gota do evidenciador de cárie Fucsina básica a 0,5%\*\* e lavagem, os escavadores foram utilizados, sendo o de número 11 inicialmente, seguido do de número 5 somente para os ângulos internos, com pressão manual e de forma a remover toda a dentina cariada pigmentada, até não haver mais corante visível sobre a mesma. A superfície resultante foi lavada e apresentava resistência ao corte com escavador, semelhante à dentina sadia.

#### **4.4.2 Remoção mecânico-rotatória da dentina cariada**

Brocas esféricas de aço\*\*\* para remoção da dentina cariada, de números 4 e 5 (Figura 5b) foram utilizadas, sendo trocadas por novas a cada 4 dentes.

Após a aplicação de uma gota do evidenciador Fucsina básica a 0,5% sobre a dentina, conforme explicado no grupo anterior, a broca foi usada em baixa rotação, até a completa remoção da dentina corada, seguida de lavagem e secagem. A dentina resultante após a remoção da cárie com broca apresentou-se endurecida e resistente ao corte, como ocorre na dentina sadia.

---

\* Escavador Golgran, Golgran Instrumentais Odontológicos, São Paulo, Brasil.

\*\* Videcárie, INODON, Indústria de Produtos Odontológicos, Porto Alegre, RS, Brasil

\*\*\* Broca KG Sorensen Carbide Esférica, KG Sorensen, Barueri, São Paulo, Brasil

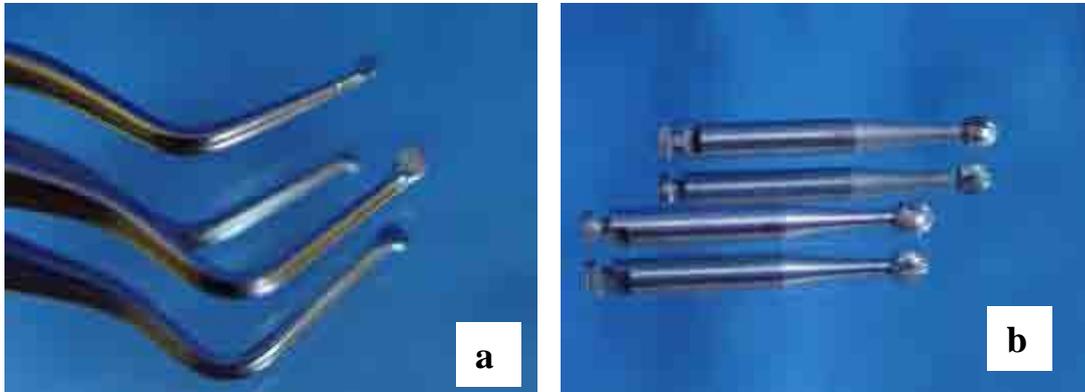


FIGURA 5 - Métodos de remoção mecânica de dentina cariada: a) escavadores; b) brocas

#### 4.4.3 Remoção químico-mecânica da dentina cariada

Este método utilizou um gel de carboximetilcelulose que contém aminoácidos e hipoclorito de sódio a 0,5%, representado pelo produto comercial Carisolv™ (Figura 6a). O produto foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante, ou seja, partes iguais dos dois componentes foram misturadas na própria ponta aplicadora (Misturador estático™) no momento da compressão do êmbolo na seringa geminada. O gel resultante foi depositado em um recipiente antes de ser aplicado sobre a dentina cariada em quantidade suficiente para cobrir toda a superfície.

Após aplicação e lavagem do evidenciador como descrito previamente para os outros dois métodos de remoção da dentina cariada, o gel Carisolv™ recém misturado foi deixado em contato passivo com a dentina cariada durante 30 segundos, após os quais a dentina amolecida foi removida com escavador número 17/18 (Escavador Golgran, Golgran Instrumentais, São Paulo). Este foi utilizado sobre a dentina com a parte convexa (oposta ao lado de corte), uma vez que o fabricante

recomenda o emprego de escavadores sem corte (Figura 6b). A dentina cariada amolecida pelo Carisolv foi facilmente removida, até ao limite de resistência ao corte, o que indicava a ausência de tecido cariado, semelhante à dentina hígida. O procedimento de aplicação do evidenciador seguido da aplicação do Carisolv foi repetido em apenas dois dentes, onde houve dúvida por parte do operador a respeito da remoção completa da dentina cariada.

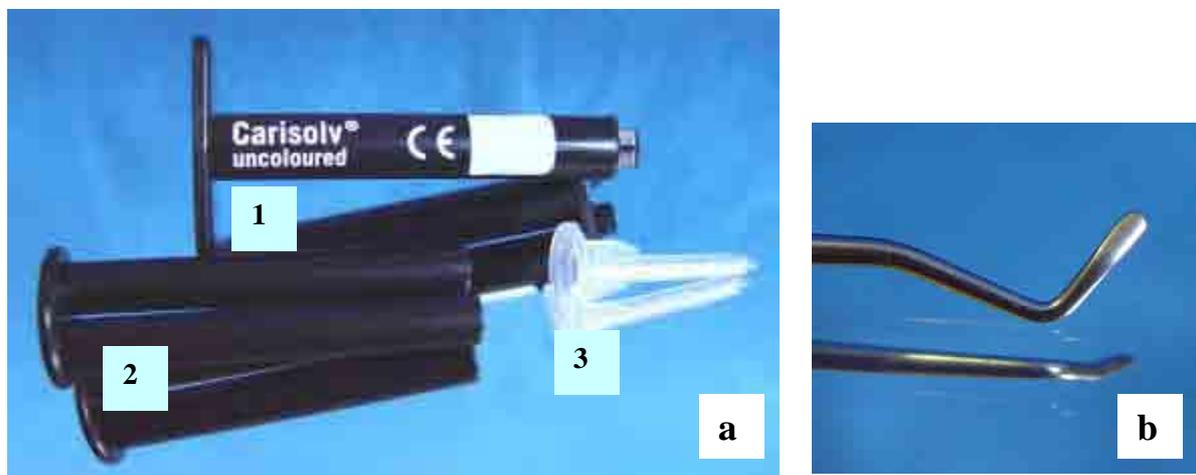


FIGURA 6 - Método químico-mecânico de remoção de dentina cariada: a) Carisolv, contendo a Seringa geminada (1), o êmbolo (2) e a ponta aplicadora (3); b) escavador de dentina

#### 4.4.4 Grupo controle: Dentina hígida

A dentina dos dentes pertencentes ao grupo controle não foi submetida ao protocolo de cárie experimental, entretanto, as etapas de esterilização em autoclave e aplicação da solução evidenciadora de cárie foram realizadas nestes dentes. A padronização da *smear layer* para este grupo foi executada com a utilização das mesmas brocas esféricas utilizadas quando da remoção mecânico-rotatória da dentina cariada, por 60 segundos, em toda a superfície dentinária.

## 4. 5 Procedimentos adesivos

Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as instruções dos respectivos fabricantes, sobre a superfície dentinária resultante após a utilização dos diferentes métodos para remoção da cárie artificial ou sobre a dentina hígida.

### Aplicação do sistema adesivo Adper Single Bond

A superfície de dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 37%\* durante 15 s, seguido de lavagem abundante e secagem com papel absorvente, deixando a superfície com aspecto úmido. Foi aplicada a primeira camada do adesivo Adper Single Bond com um pincel descartável do tipo *microbrush*\*\* , a qual foi submetida a suaves jatos de ar para evaporação do solvente. Após a aplicação da segunda camada e nova evaporação do solvente, o adesivo foi fotoativado por 10 segundos.

### Aplicação do sistema Clearfil SE Bond

Foi aplicado o primer autocondicionante (SE Primer) com auxílio de um pincel descartável do tipo *microbrush* sobre a superfície seca de dentina e mantido em contato passivamente durante 20 segundos. Sem sofrer enxágüe, foi aplicado o adesivo (SE Bond), o qual foi submetido à secagem com suaves jatos de ar antes de ser fotoativado por 10s.

A Figura 7 (a – g) ilustra os passos da remoção químico-mecânica da dentina cariada seguido da aplicação do sistema adesivo Adper Single Bond.

---

\* VIGODENT Ind. e Com. Rio de Janeiro, Brasil.

\*\* Dupont produtos odontológicos, Guarulhos, São Paulo, Brasil.

### Restauração com resina composta Filtek Z250

Finalizada a aplicação dos sistemas adesivos sobre a dentina, foi confeccionada a restauração de resina composta Z250 cor A 3,5. Cada incremento de 1 mm de altura foi fotoativado durante 40s, até a altura de 5 mm, aferida com auxílio de uma sonda milimetrada\* (Figuras 7h e 7i). Após a inserção do último incremento, cada face da restauração recebeu fotoativação adicional por 40s, com exceção da face oclusal, e o dente restaurado (corpo de prova) foi mantido por 24 horas em água destilada à 37° C.

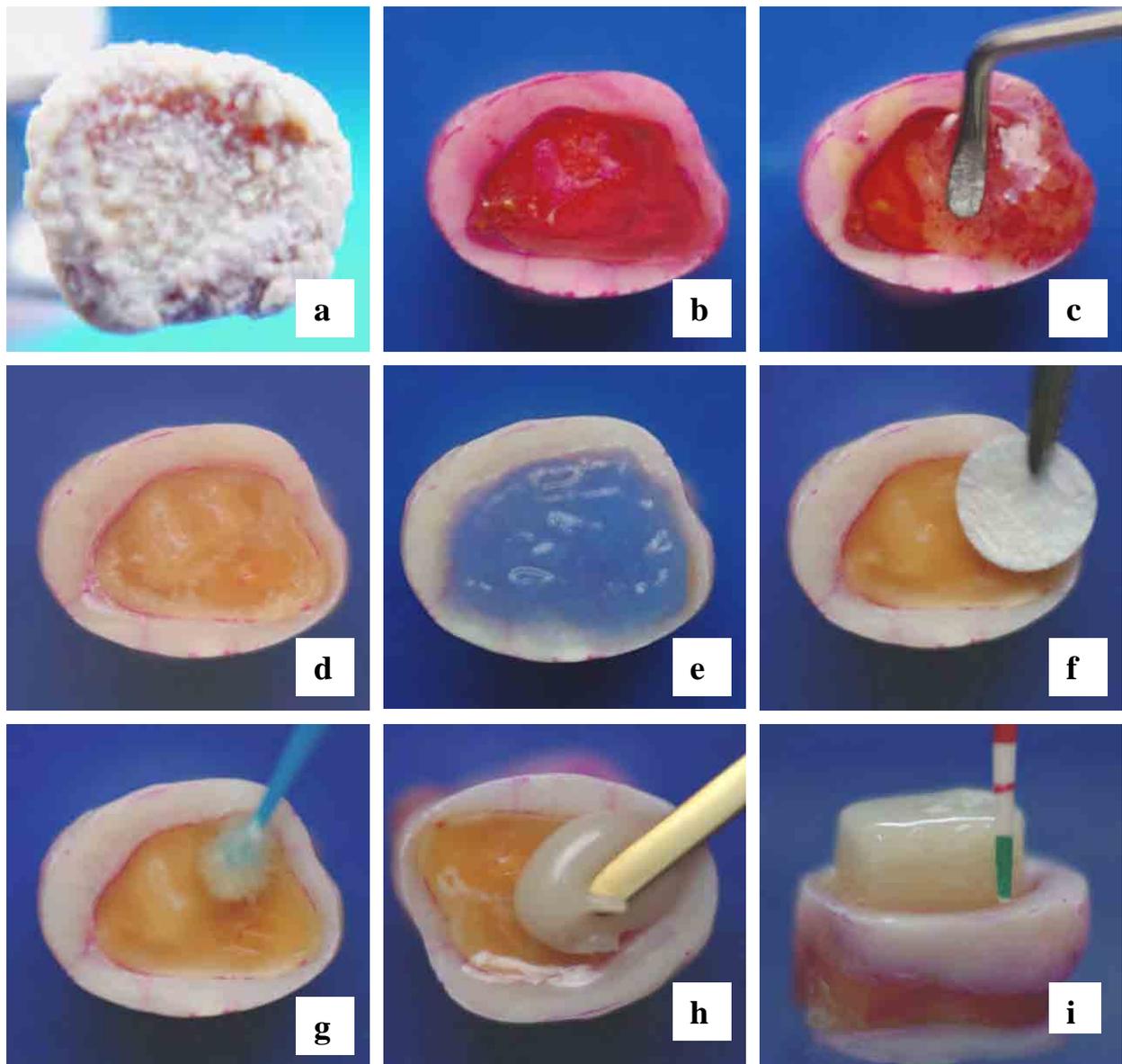


FIGURA 7 - a) Dente cariado logo após remoção do meio cariogênico; b) imediatamente após a aplicação do evidenciador de cárie sobre a dentina; c) escavação inicial da dentina amolecida com cureta após aplicação do Carisolv™; d) aspecto final da superfície de dentina após remoção do tecido infectado; e) condicionamento com ácido fosfórico por 15 segundos; f) remoção do excesso de água após lavagem do ácido; g) aplicação do sistema adesivo Single Bond; h) aplicação da primeira camada de resina composta Z250; i) aferição da restauração de resina composta e corpo de prova concluído

## 4.6 Análise da resistência de união

### 4.6.1 Preparo dos espécimes em forma de palitos

Os corpos de prova foram seccionados para a obtenção dos espécimes em forma de “palitos”<sup>72</sup>, com área de superfície aderida medindo aproximadamente 0,49 mm<sup>2</sup>. Cada corpo de prova foi fixado em base de madeira com auxílio de godiva de baixa fusão e levado ao aparelho de cortes seriados para que fosse seccionado com disco de diamante sob constante irrigação. Os primeiros cortes foram realizados paralelamente ao longo eixo do dente, com espessura de 0,7 mm, perpendicular à interface de união, no sentido vestibulo-lingual, iniciando-se junto a uma das superfícies proximais até se atingir à superfície proximal oposta. Após este procedimento inicial, novos cortes com a mesma espessura foram realizados perpendicularmente aos primeiros, definindo-se amostras em forma de pilar de ângulos retos, ou em forma de “palitos” (Figura 8c). O corpo de prova foi então novamente seccionado com o mesmo disco diamantado, perpendicularmente ao seu longo eixo, na altura da junção amelo-cementária, para a obtenção dos palitos de forma individualizada (Figura 8d). Os espécimes ficaram armazenados em água destilada à temperatura ambiente por 24 horas, antes da realização do ensaio mecânico de microtração. A área transversal de cada espécime foi aferida com auxílio de um paquímetro universal com leitura eletrônica\*, com precisão de 0,01 mm, antes do mesmo ser submetido ao ensaio mecânico.

---

\* Mitutoyo Absolute, Digimatic Caliper, São Paulo, Brasil.

#### 4.6.2. Ensaio Mecânico de Microtração

O ensaio mecânico de microtração<sup>67</sup> foi realizado em uma máquina de testes mecânicos\*\* ajustada para forças de tração, com célula de carga de capacidade máxima de 1 kN, sendo a velocidade do atuador de 0,5 mm/min.

Cada palito foi fixado pelas suas extremidades em um dispositivo de microtração, acoplado à máquina de ensaios mecânicos, com adesivo instantâneo\*\*\* associado a um acelerador à base de cianoacrilato\*\*\*\*, de maneira que a área de adesão permanecesse perpendicular ao longo eixo da força de tração (Figura 9a).

A seguir, os movimentos de tração foram iniciados, e através de um programa computadorizado específico (Test Works, Star IV, MTS Systems Corporation, Min., EUA), todos os valores foram armazenados até o momento da fratura (Figura 9b), quando o movimento cessou. Cada valor de carga máxima registrado foi posteriormente calculado em MPa, quando dividido pela área de secção transversal do palito correspondente.

---

\*\* Material Test System, MTS 810, Mineapolis, Min., EUA.

\*\*\* Super Bonder Gel, Henkel Loctite Ltda., São Paulo, Brasil.

\*\*\*\* Acelerador 7452 TAK PAK, Henkel Loctite, São Paulo, Brasil.

## 4.7 Fractografia e análise morfológica do substrato dentinário

### 4.7.1 Fractografia (Análise das fraturas)

Imediatamente após o teste de microtração, os espécimes fraturados ficaram armazenados em glutaraldeído\* 2,5% por 48 horas. Decorrido este período, foram

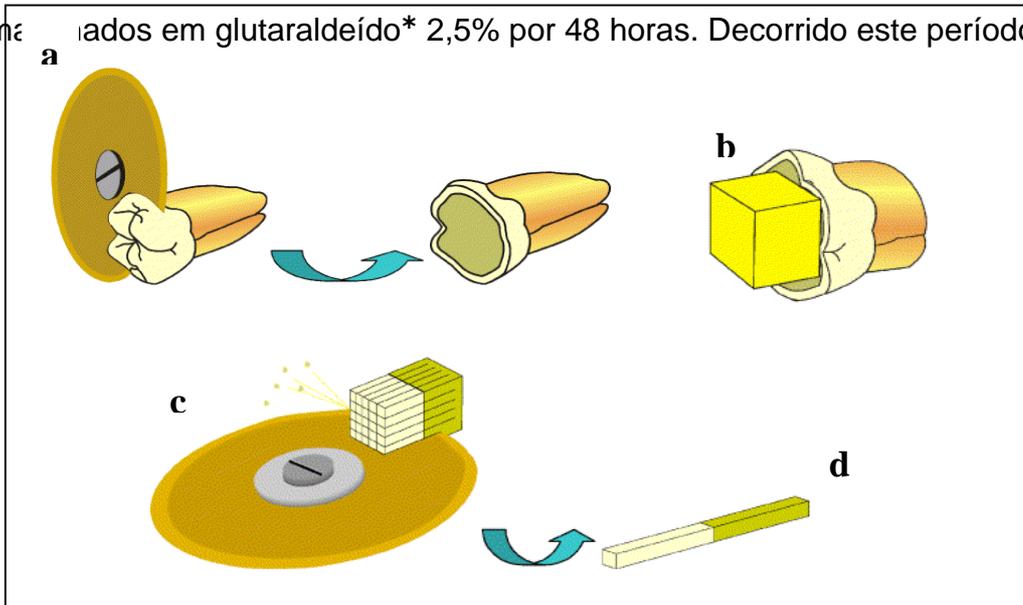


FIGURA 8 – Representação esquemática\* da obtenção dos espécimes para ensaio mecânico de microtração. (a) Remoção do terço oclusal e exposição da superfície plana em dentina; (b) Construção da “coroa” em resina composta; (c) Corte dos espécimes (palitos) com área de secção transversal de  $0,49 \text{ mm}^2$  e (d) espécime individualizado

\* Glutaraldeído 25% em água, lote 02081278/ Nuclear, Diadema, São Paulo.

\* Goracci C et al. Influence of substrate, shape and thickness on microtensile specimens' structural integrity and their measured bond strength. *Dent Mater*, v.20, p.643-654, 2004

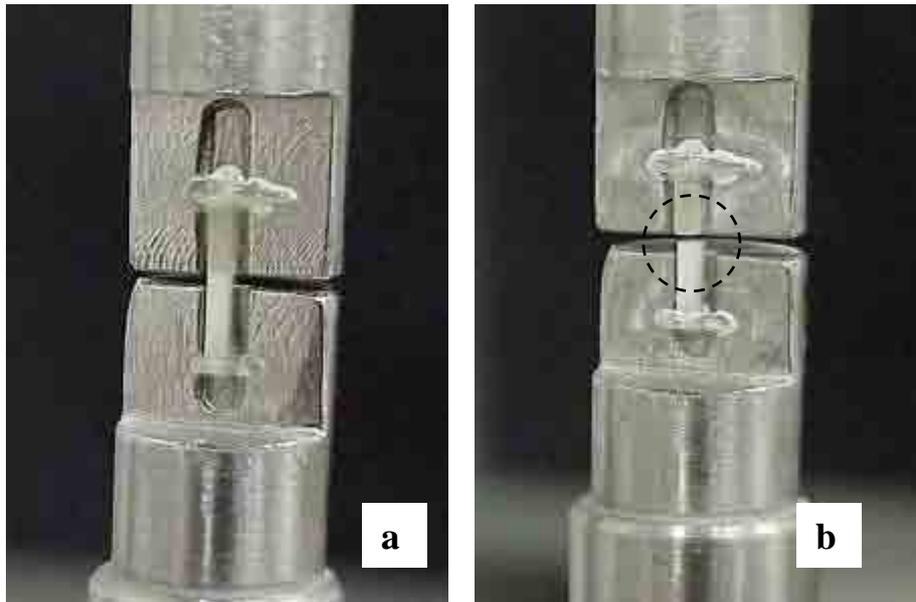


FIGURA 9 - a) Palito fixado no dispositivo de microtração; b) palito fraturado na união resina-dentina (circulo)

removidos do glutaraldeído e mantidos a seco em temperatura ambiente até o momento da leitura do tipo de fratura ocorrida. Este foi identificado por meio de avaliação em lupa estereoscópica\* (aproximadamente 30x de aumento), utilizando-se os dois lados do espécime fraturado. As fraturas foram classificadas em predominantemente coesiva da resina, coesiva da dentina, adesiva ou mista. A leitura foi realizada pelo mesmo examinador em duplicata, com intervalo de 15 dias.

#### 4.7.2 Análise morfológica do substrato dentinário

Com o objetivo de ilustrar as alterações morfológicas ocorridas no substrato dentinário após a indução artificial de cárie e sua remoção com os métodos

\* Carl Zeiss, Mod. 475200/9901, Alemanha.

investigados neste estudo (escavador de dentina, broca e Carisolv), dezesseis dentes foram preparados para avaliação em microscopia eletrônica de varredura.

O substrato foi observado após fratura das coroas dentárias no sentido longitudinal e transversal. Para tanto, os dentes foram congelados em nitrogênio líquido por 5min, após a confecção de canaletas de orientação com brocas diamantadas em alta rotação e refrigeração constante, e fraturados com auxílio de cinzel e martelo <sup>79</sup>.

Em complementação à esta análise morfológica, dois dentes hígidos foram também preparados para a ilustração do substrato dentinário sem e com a presença de *smear layer*, criada com a utilização de broca esférica *carbide* em baixa rotação. A dentina hígida também foi avaliada no sentido transversal e longitudinal, e os espécimes foram obtidos da mesma forma descrita acima.

Todos estes espécimes foram montados em base de cola de poliéster Milflex, deixando exposta apenas a superfície que seria analisada, antes da desidratação por meio da imersão em soluções de concentração crescente de etanol (30%, 50%, 75%, 95% e 100%) em água destilada. O tempo de permanência em cada solução foi de 30 min, sendo que para as duas últimas concentrações, este foi repetido duas vezes. Após a remoção da última solução de etanol, a base contendo os espécimes foi inserida em placa de Petri descartável adicionada de sílica gel\*\*, a qual foi vedada com Parafilm (Parafilm, Pechiney Plastic Packaging, Menasha, WI, EUA.) antes da sua colocação em dessecadora à vácuo por no mínimo 24h.

As bases com os espécimes foram aderidas a *stubs* com cola de prata e levadas em estufa à 60°C por 2 a 3 minutos, antes da metalização (Metalizador MED 010, Balzers.) com ouro para a remoção de qualquer eventual umidade presente. Os

---

\*\* SILICAGEL AZUL, LABSYNTH, lote 55436, Diadema, São Paulo

espécimes foram metalizados com uma camada de ouro de 20 nm e as superfícies foram avaliadas em microscopia eletrônica de varredura (DSM 960, Zeiss, Alemanha).

#### **4.8 Tratamento estatístico dos dados**

Os grupos (n=8) foram inicialmente comparados quanto aos valores de área de união (mm<sup>2</sup>) obtidos individualmente para cada espécime, pelo teste de Kruskal-Wallis. Uma vez que a ausência de diferença entre as médias foi estatisticamente comprovada, os valores de carga máxima obtidos no ensaio mecânico de microtração foram divididos pelas áreas dos respectivos espécimes.

Aos dados resultantes de resistência de união (MPa) foram aplicados testes estatísticos para a análise da distribuição dos dados (Kolmogorov-Smirnov) e da existência de homogeneidade de variâncias (Levene) entre os grupos. Respeitados os requisitos para a utilização de testes paramétricos, a análise de variância a dois critérios fixos (sistema adesivo e substrato dentinário) foi aplicada. Testes complementares de Student-Newman-Keuls (SNK) foram utilizados, quando necessário, para a comparação múltipla dos grupos aos pares. Todos os testes estatísticos foram considerados ao nível de significância de 5%.

Os dados relativos aos tipos de fratura observados para cada grupo foram apresentados em tabelas de frequência e analisados descritivamente. Como a análise foi realizada em duplicata, o teste estatístico de Kappa foi utilizado para determinar o índice de concordância intra-examinador.

O tratamento estatístico dos dados teve como objetivo testar a hipótese nula (H<sub>0</sub>) de que a condição biológica do substrato após a utilização de diferentes métodos para a remoção do tecido dentinário cariado não interfere no desempenho adesivo dos sistemas investigados. Adicionalmente, foi possível testar a hipótese

nula de que a adesão ao substrato dentinário afetado por cárie não difere da obtida com o tecido hígido.

## 5 RESULTADO

---

Trezentos e vinte (320) espécimes (40 por grupo) foram inicialmente preparados para o ensaio mecânico de microtração, entretanto, 48 espécimes foram perdidos por apresentarem área de união demasiadamente grande ou pequena, descolamento no momento do teste mecânico ou perda de uma das metades no momento da remoção do espécime do dispositivo metálico. Ao final, 272 espécimes foram incluídos no estudo e utilizados para a realização da análise estatística. A distribuição desses espécimes nos grupos experimentais pode ser visualizada na Tabela 3, assim como alguns dados descritivos referentes às variáveis Área de União e Resistência de União. As médias das áreas de união foram comparadas pela aplicação do teste de Kruskal-Wallis, cujo resultado demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p=0,114$ ).

Os dados de resistência de união (MPa) apresentaram distribuição normal, como pode ser visualizado na Figura 10 e segundo o resultado do teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p=0,200$ ).

A homogeneidade da variância dos grupos foi verificada pela aplicação do teste de Levene ( $p=0,037$ ), e embora o resultado tenha indicado a não existência de homogeneidade, podemos assumir a igualdade uma vez que a maior variância obtida (G5, variância=225) não chega a ser 4 vezes maior do que a menor variância (G4, variância=67,24).

Tabela 3 - Dados descritivos. Número de espécimes, média e desvio padrão referentes às variáveis Área de União e Resistência de União, além do coeficiente de variação para a Resistência de União

Grupos	N	Área de	Resistência de união	
		união (mm <sup>2</sup> )	(MPa)	
		Média (DP)	Média (DP)	Coeficiente de variação (CV %)
G1. Clearfil SE Bond (controle)	33	0,49 (0,01) <sup>a</sup>	49,2 (12,9)	26
G2. CSE cárie/cureta	32	0,49 (0,02) <sup>a</sup>	31,1 (11,1)	36
G3. CSE cárie/broca	30	0,49 (0,02) <sup>a</sup>	40,2 (10,2)	25
G4. CSE cárie/Carisolv	30	0,50 (0,01) <sup>a</sup>	41,7 (8,2)	20
G5. Adper Single Bond (controle)	40	0,49 (0,01) <sup>a</sup>	49,7 (15,0)	30
G6. SB cárie/cureta	38	0,49 (0,01) <sup>a</sup>	40,6 (12,7)	31
G7. SB cárie/broca	34	0,49 (0,01) <sup>a</sup>	40,7 (12,1)	30
G8. SB cárie/Carisolv	35	0,49 (0,01) <sup>a</sup>	36,2 (11,5)	31

<sup>a</sup> Para a variável Área de União, médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente (Kruskal-Wallis, p>0.05)

Baseado nessas observações, o teste estatístico de análise de variância (ANOVA) a dois critérios fixos (sistema adesivo e método de remoção de cárie) foi aplicado aos dados de resistência de união, e os resultados estão apresentados na Tabela 4.

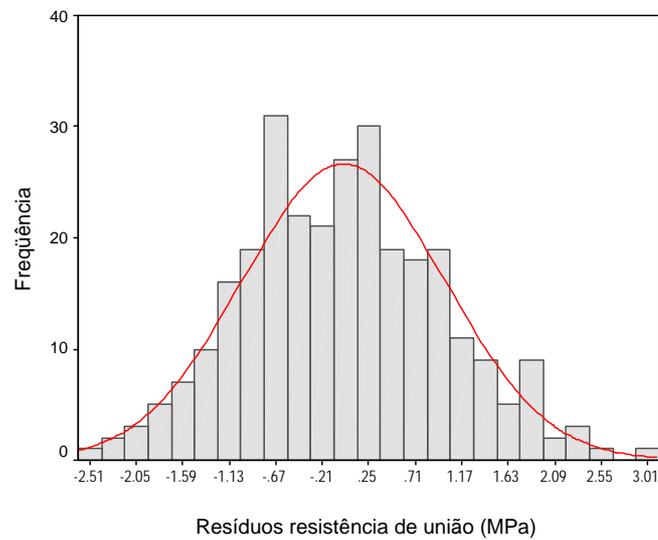


FIGURA 10 - Histograma da frequência de distribuição dos resíduos da variável Resistência de União (MPa).

Tabela 4 - Teste de análise de variância (ANOVA) a dois critérios fixos aplicado aos dados de resistência de união (MPa)

<b>Critério</b>	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Quadrado médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor de p</b>	<b>Power</b>
ADESIVO	97,689	1	97,689	0,676	0,412	0,130
SUBSTRATO DENTINÁRIO	7233,164	3	2411,055	16,691	0,0001	1,000
ADESIVO + SUBS. DENTINÁRIO	1933,896	3	644,632	4,463	0,004	0,876
ERRO	38135,491	264	144,453			
TOTAL	512997,340	272				
TOTAL CORRIGIDO	47278,069	271				

Segundo esses resultados, das variáveis definidas no estudo, apenas o tipo de substrato dentinário influenciou significativamente os valores de resistência de união ( $p=0,0001$ ). Podemos dizer que essa influência foi significativa não apenas ao nível de significância de 5% mas também ao nível de 1%. Os maiores valores foram observados para a dentina hígida e os menores para a dentina cariada, independente da forma de remoção utilizada (Student-Newman-Keuls,  $p>0,05$ ) (Tabela 5).

Tabela 5 - Testes de Student-Newman-Keuls (SNK) para comparação do tipo de substrato dentinário

Substrato dentinário	N	Conjuntos para $\alpha = 0,05$	
		1	2
Cureta	70	36,236	
Carisolv	65	38,754	
Broca	64	40,482	
Dentina hígida	73		49,434
Sig.		0,099	1,000

Entretanto, como a interação das variáveis também foi significativa ( $p=0,004$ , Power=87%), não existe justificativa para que as variáveis sejam analisadas individualmente. Dessa forma, aos valores de resistência de união dos grupos resultantes da interação sistema adesivo e tipo de substrato dentinário (Tabela 3 e Figura 11), foi aplicado o teste estatístico de análise de variância (ANOVA) a um critério fixo (Tabela 6), complementado por testes de comparação múltipla de Student-Newman-Keuls, cujos resultados estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 6 - Teste de análise de variância (ANOVA) a um critério fixo (interação) aplicado aos dados de resistência de união (MPa)

	<b>Soma dos quadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Quadrado Médio</b>	<b>F</b>	<b>Valor de p</b>
Entre grupos	9142,578	7	1306,083	9,042	0,0001
Dentro grupos	38135,491	264	144,453		
Total	47278,069	271			

Tabela 7 - Testes de Student-Newman-Keuls (SNK) aplicados para a comparação dos grupos

<b>Grupos</b>	<b>N</b>	<b>Conjuntos para <math>\alpha = 0,05</math></b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
G2. CSE cárie cureta	32	31,109		
G8. SB cárie Carisolv	35	36,192	36,192	
G3. CSE cárie broca	30		40,244	
G6. SB cárie cureta	38		40,552	
G7. SB cárie broca	34		40,691	
G4. CSE cárie Carisolv	30		41,743	
G1. Clearfil SE Bond (controle)	33			49,172
G5. Single Bond (controle)	40			49,651
Sig.		0,083	0,320	0,870

Baseado nesses resultados, letras foram adicionadas ao gráfico da Figura 11 onde barras com letras iguais representam grupos com médias estatisticamente não diferentes.

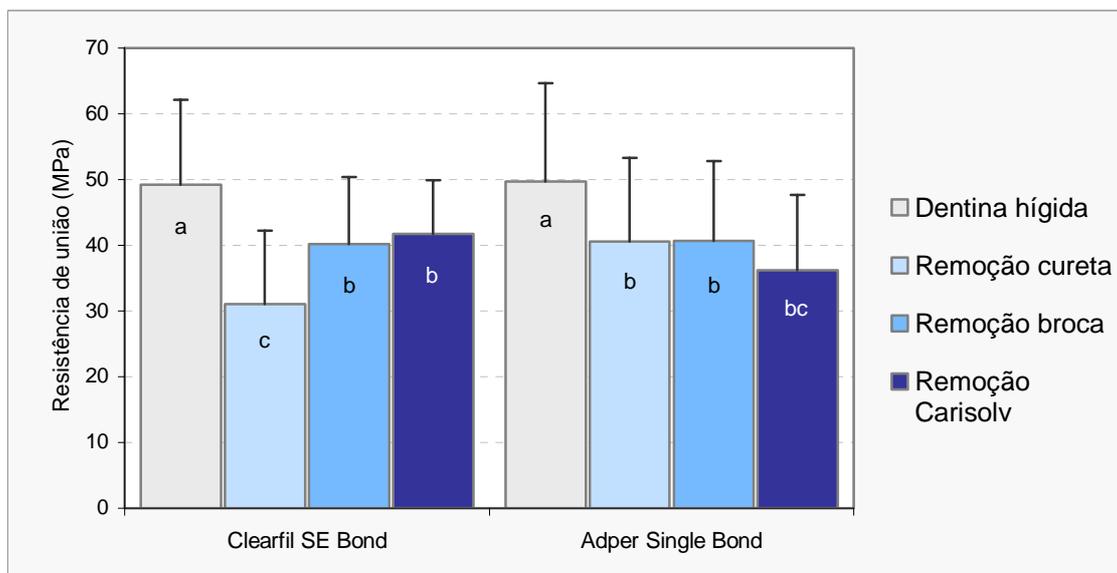


FIGURA 11 - Gráfico de barras representativo dos grupos experimentais resultantes da interação sistema adesivo e método de remoção de cárie. Barras indicadas com letras iguais representam médias que não diferem estatisticamente entre si (Student-Newman-Keuls,  $p > 0,05$ )

Segundo os resultados apresentados na Tabela 7 e na Figura 11, podemos dizer que quando os sistemas adesivos foram aplicados em dentina hígida, ambos resultaram em resistência de união ao substrato estatisticamente não diferente entre si ( $G1$  vs  $G5$ ,  $p = 0,870$ ) e superior à observada para os grupos onde os sistemas foram aplicados em dentina afetada por cárie, independente do método de remoção de tecido cariado utilizado.

Para o sistema Clearfil SE Bond, a remoção do tecido cariado com cureta resultou nos menores valores de resistência de união, estatisticamente inferiores aos demais grupos onde esse adesivo foi utilizado ( $G2 < G3 = G4 < G1$ ).

A resistência de união do sistema Adper Single Bond não foi influenciada pelo método de remoção da dentina cariada (G6=G7=G8<G5), embora uma tendência a menores valores tenha sido observada para o grupo onde o tecido cariado foi removido com Carisolv.

Todos os 272 espécimes submetidos ao ensaio mecânico de microtração foram avaliados quanto ao tipo de fratura. Duzentos e vinte e quatro (82,4%) espécimes apresentaram fratura adesiva, 20 (7,4%) fratura coesiva em dentina, 7 (2,6%) fratura coesiva em resina e 21 (7,7%) fratura mista. A distribuição do tipo de fratura em função dos grupos experimentais está apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 - Distribuição do tipo de fratura de acordo com os grupos experimentais

Grupos	n	Tipo de fratura			
		Adesiva	Coesiva: dentina	Coesiva: resina	Mista
<b>G1. Clearfil SE Bond (controle)</b>	33	22 (66,7%)	2 (6,1%)	0	9 (27,3%)
<b>G2. CSE cárie/cureta</b>	32	30 (93,8%)	0	1 (3,1%)	1 (3,1%)
<b>G3. CSE cárie/broca</b>	30	24 (80%)	1 (3,3%)	2 (6,7%)	3 (10%)
<b>G4. CSE cárie/Carisolv</b>	30	24 (80%)	6 (20%)	0	0
<b>G5. Adper Single Bond (controle)</b>	40	32 (80%)	2 (5%)	2 (5%)	4 (10%)
<b>G6. SB cárie/cureta</b>	38	32 (84,2%)	4 (10%)	2 (5%)	0
<b>G7. SB cárie/broca</b>	34	28 (82,5%)	3 (8,8%)	0	3 (8,8%)
<b>G8. SB cárie/Carisolv</b>	35	32 (91,4%)	2 (5,7%)	0	1 (2,9%)

Segundo os dados da Tabela 8, para todos os grupos experimentais, houve prevalência das fraturas do tipo adesiva. Essa prevalência pode ser claramente visualizada na Figura 12.

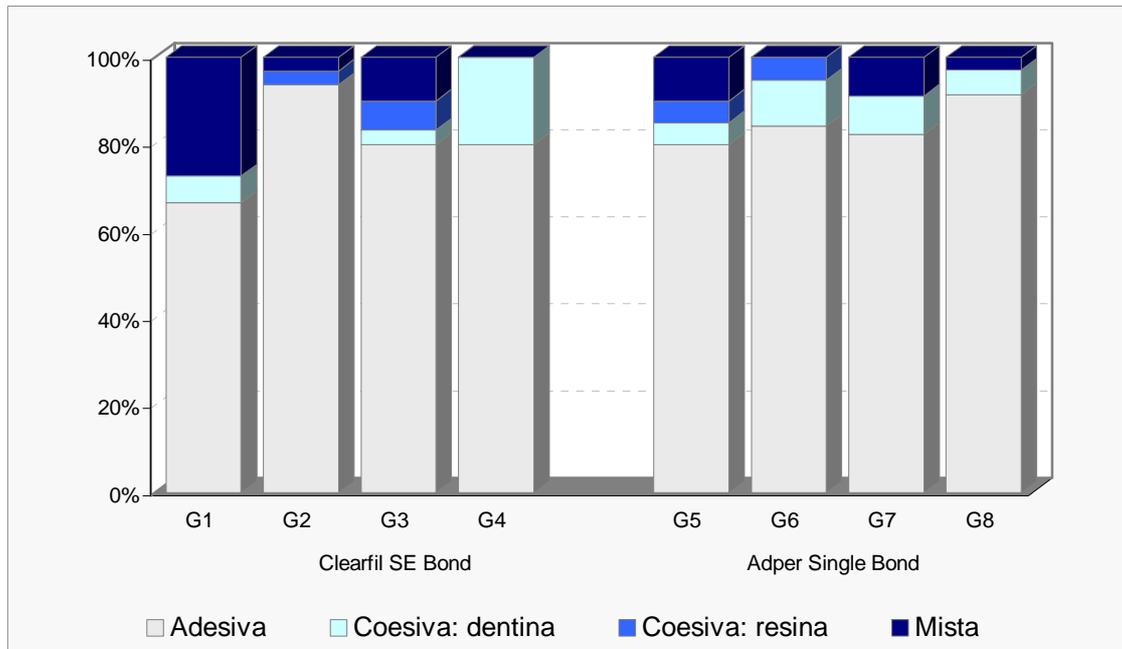


FIGURA 12 - Distribuição do tipo de fratura segundo os grupos experimentais (G1=Clearfil SE Bond (controle); G2=CSE cárie/cureta; G3=CSE cárie/broca; G4=CSE cárie/Carisolv; G5=Adper Single Bond (controle); G6=SB cárie/cureta; G7=SB cárie/broca; G8=SB cárie/Carisolv)

A aplicação do teste de Kappa para avaliação da reprodutibilidade intra-examinador demonstrou um forte coeficiente de concordância ( $\kappa = 89\%$ ,  $p < 0,05$ ).

As Figuras 13 a 19 a seguir ilustram a análise morfológica do substrato dentinário observado em MEV, hígido sem presença de *smear layer* e com a presença da mesma, após a indução artificial de cárie e sua remoção com os métodos avaliados neste estudo.

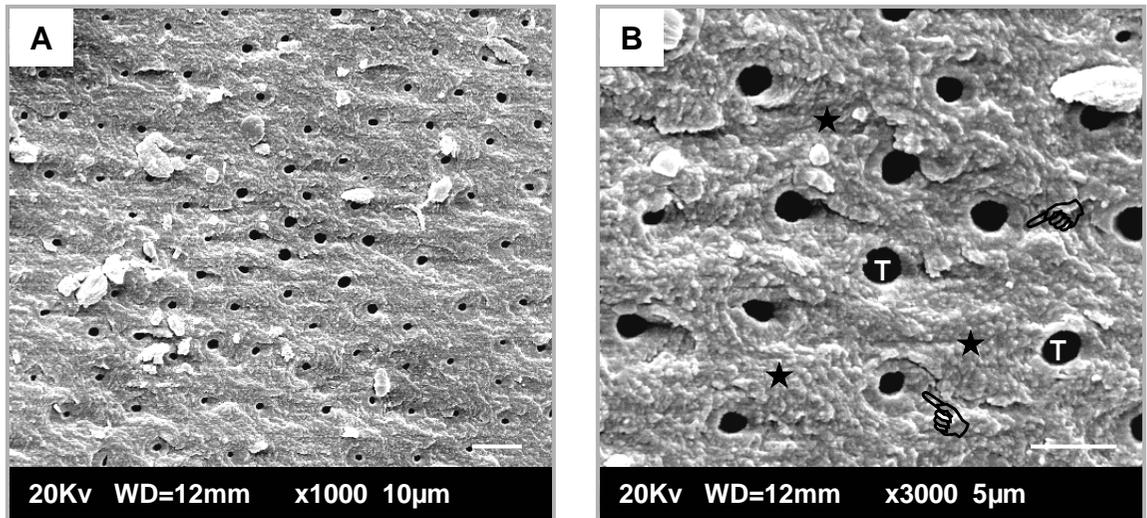


FIGURA 13 – (A) Dentina hígida fraturada transversalmente. (B) Maior aumento da figura A. Presença de túbulos dentinários abertos (T) circundados por dentina peritubular (*pointers*) e presença de dentina intertubular (★).

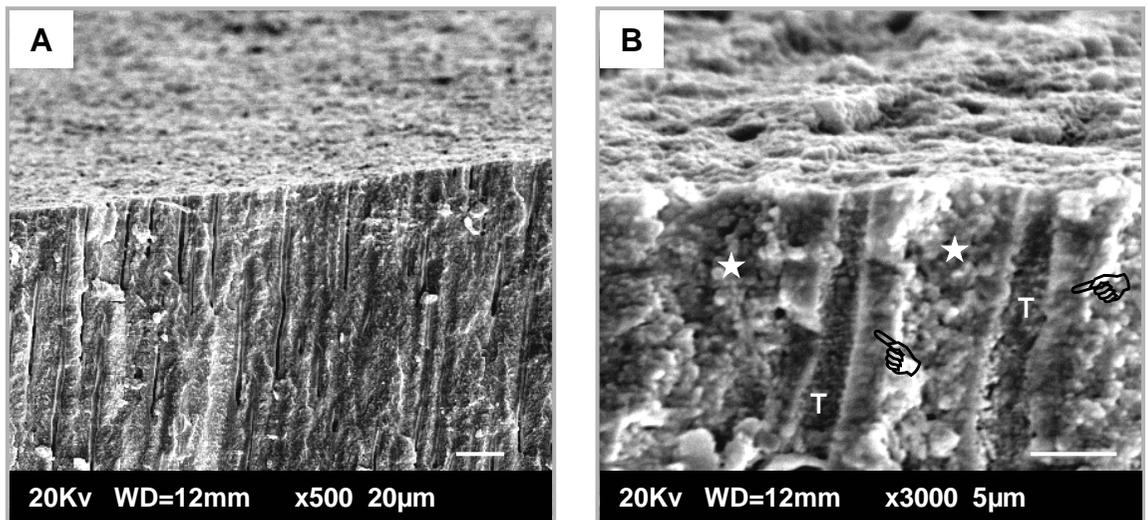


FIGURA 14 – (A) Dentina hígida fraturada longitudinalmente. (B) Maior aumento da figura A. Presença de túbulos dentinários abertos (T) circundados por dentina peritubular (*pointers*) e presença de dentina intertubular (★).

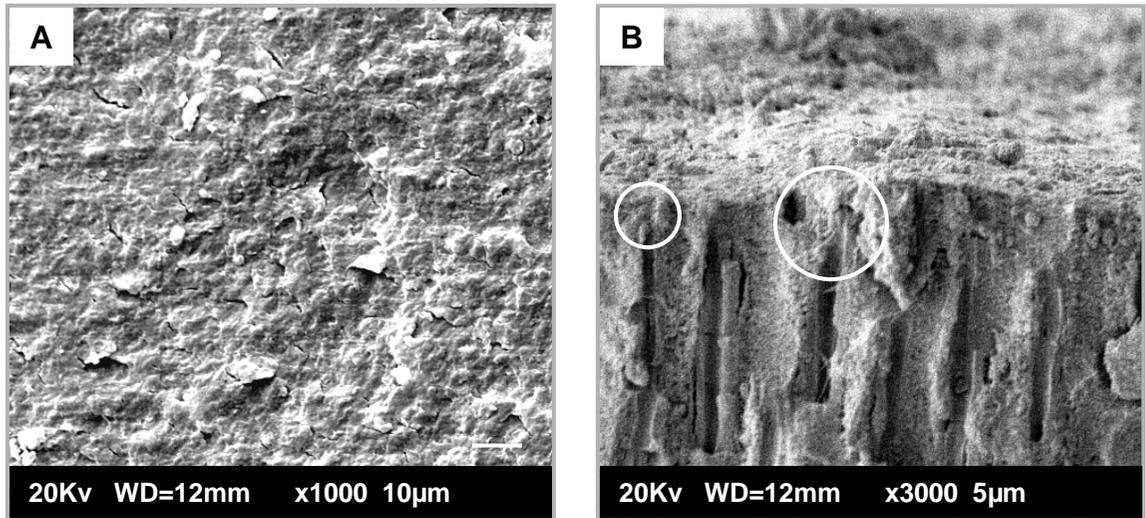


FIGURA 15 – Dentina hígida fraturada com *smear layer* produzida com broca carbide em baixa rotação. (A) Fratura transversal ilustrando a superfície coberta com *smear layer* ocluindo completamente todos os túbulos dentinários. (B) Fratura longitudinal onde túbulos fechados pela presença da *smear plug* podem ser visualizados (círculos)

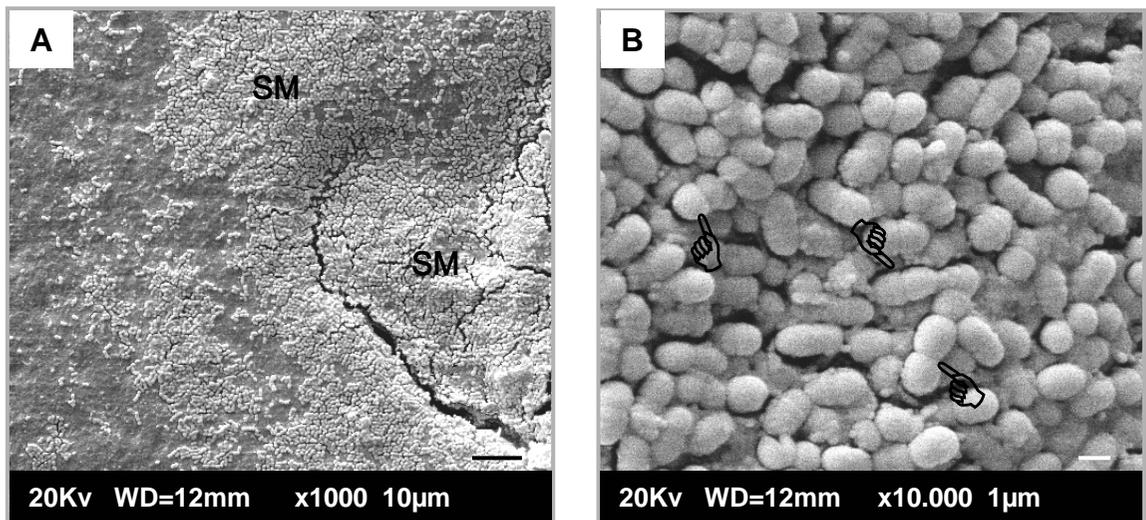


FIGURA 16 – (A) Superfície de dentina artificialmente cariada com presença de *S. mutans* (SM). (B) Maior aumento da figura A. Células bacterianas, algumas em processo de divisão celular (*pointers*)

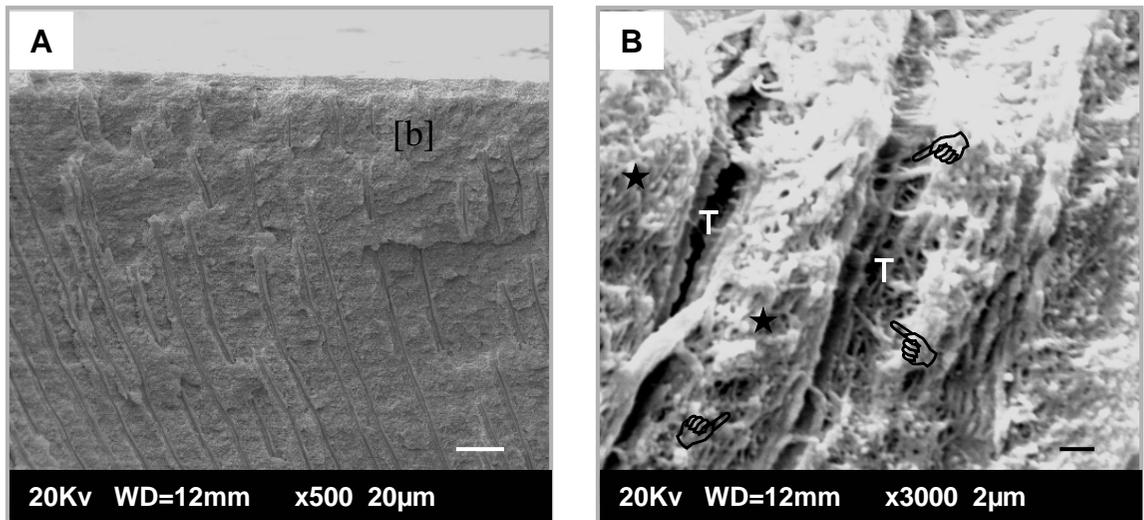


FIGURA 17 – Dentina artificialmente cariada sem nenhuma forma de remoção. (A) Fratura longitudinal. (B) Detalhe da região [b] da figura A, evidenciando a desorganização da dentina intertubular (★), com exposição de fibrilas colágenas (*pointers*) e perda da definição da dentina peritubular circundando os túbulos dentinários (T)

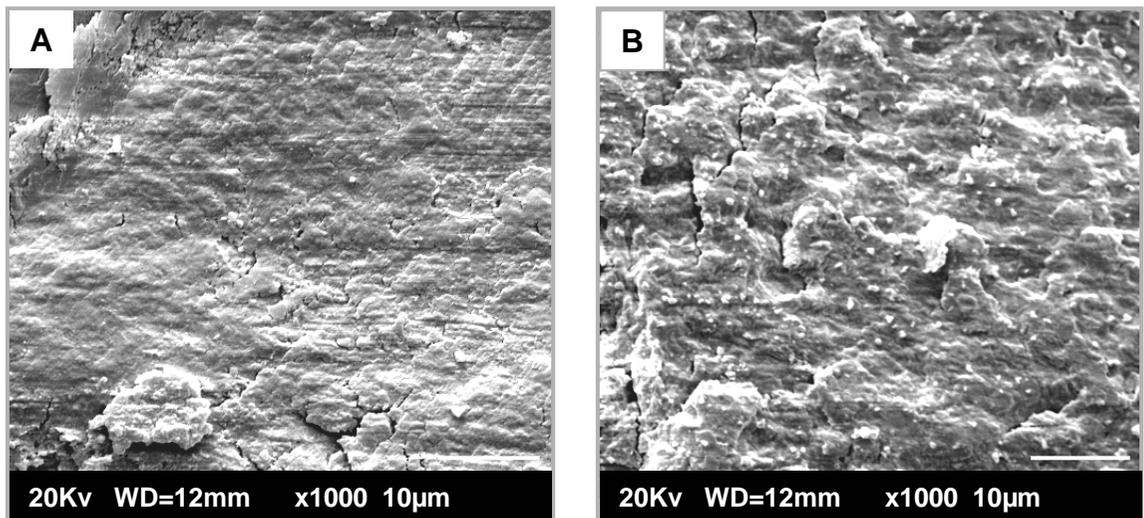


FIGURA 18 – (A) Superfície de dentina após remoção da dentina cariada com cureta (método mecânico-manual), coberta com *smear layer* de aspecto compacto e denso, sem evidência de túbulos dentinários abertos. (B) Superfície de dentina após remoção do tecido cariado com broca carbide em baixa rotação (método mecânico-rotatório). Presença de *smear layer* recobrendo toda a superfície

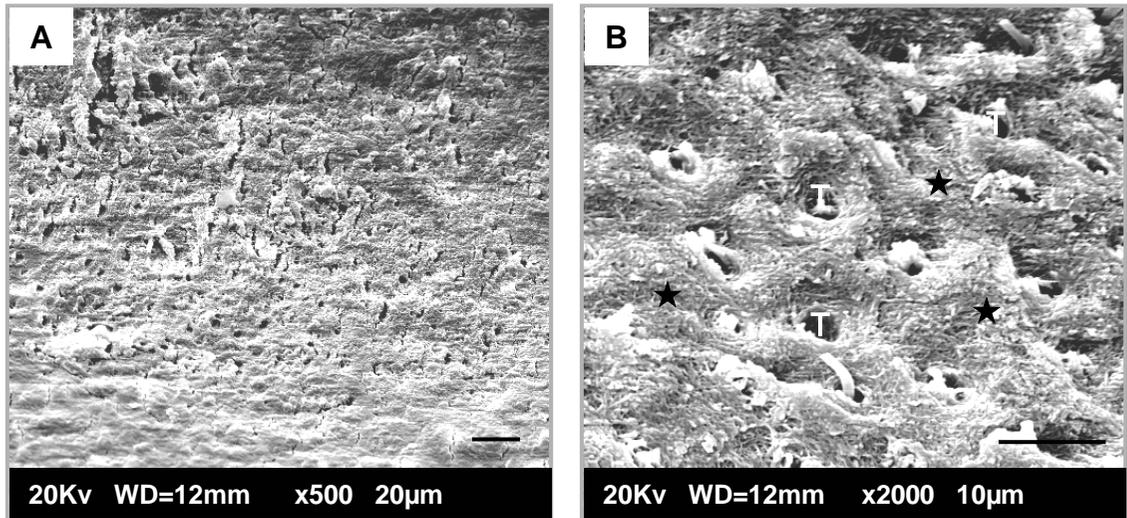


FIGURA 19 – (A) Superfície de dentina após remoção da dentina cariada pelo método químico-mecânico (Carisolv™) demonstrando *smear layer* escassa e túbulos dentinários abertos ou parcialmente obliterados, os quais podem ser evidenciados em detalhe na figura B (T). A dentina intertubular (★) apresenta-se parcialmente desmineralizada com fibrilas colágenas expostas

## 6 DISCUSSÃO

---

Um grande avanço na adesão à dentina foi o desenvolvimento de sistemas adesivos compatíveis com a unidade intrínseca desse tecido. Vencido este desafio, todos os esforços têm se concentrado na produção de uma união resina-dentina competente e estável por um período de tempo, capaz de resistir à degradação imposta pelo dinamismo da cavidade bucal. Entretanto, a análise da resistência de união imediata é de fundamental importância, uma vez que a mesma deve, no mínimo, contrapor as forças geradas pela contração de polimerização da resina composta. Não apenas as características intrínsecas inerentes ao substrato sobre o qual são aplicados, mas também os aspectos relativos à composição dos sistemas adesivos e à técnica de utilização são importantes na estruturação e manutenção da integridade da união resina-dentina. Dentre seus constituintes, a camada híbrida, resultante da interação micromecânica entre as fibrilas colágenas expostas pela remoção ácida do conteúdo mineral da dentina e os monômeros resinosos constituintes dos sistemas adesivos<sup>13, 17, 18, 50</sup>, exerce papel primordial no comportamento adesivo imediato e na longevidade da união resina-dentina<sup>27, 86</sup>.

Embora o mecanismo utilizado por cada sistema adesivo para a produção da camada híbrida possa diferir, todos têm como primeiro obstáculo, a presença da *smear layer* recobrendo a superfície dentinária, a qual pode impedir ou interferir

negativamente na obtenção dessa estrutura. Duas formas de tratamento da *smear layer* são possíveis com o uso dos sistemas adesivos contemporâneos, sua remoção total através de ácidos minerais ou orgânicos, e sua dissolução, parcial ou total, através de monômeros funcionais ácidos<sup>48; 79</sup>. Os sistemas adesivos convencionais (*etch and rinse*) utilizam a primeira forma de tratamento da *smear layer* enquanto que os sistemas autocondicionantes (*self-etching*) utilizam a segunda forma<sup>79</sup>.

No presente estudo, dois sistemas adesivos foram investigados, cada qual pertencente a uma das categorias descritas acima. Apesar de diferirem quanto à forma de tratamento da *smear layer* e da dentina superficial subjacente, seu desempenho adesivo imediato foi comparável em dentina hígida. Resistência de união imediata semelhante entre sistemas convencionais e autocondicionantes também foi observada em outros estudos<sup>35; 94</sup>. Tal equivalência de desempenho adesivo pode ser atribuída principalmente à qualidade da camada híbrida produzida pelo sistema autocondicionante, associada à sua capacidade de adesão química ao componente inorgânico da dentina<sup>92</sup>.

Camadas híbridas facilmente observáveis em microscopia eletrônica de varredura (MEV) são formadas quando o sistema Single Bond é aplicado em dentina hígida, com espessura aproximada de 4 a 7  $\mu\text{m}$ <sup>87</sup>, enquanto que, após a aplicação do sistema Clearfil SE Bond, camadas de aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$  são produzidas<sup>79</sup>. Embora a espessura da camada híbrida seja significativamente superior quando da utilização de um sistema convencional comparada a espessura obtida com o uso de um sistema autocondicionante pouco agressivo,

como é o caso do Clearfil SE Bond (pH 2,0), estudos têm demonstrado ausência de correlação entre essa variável e resistência de união<sup>17; 27; 51; 93; 94</sup>. Os resultados da presente investigação corroboram com essa observação em relação à resistência de união, uma vez que valores estatisticamente não diferentes de RU foram obtidos para ambos os sistemas adesivos.

Apesar de produzir camadas híbridas mais espessas, tem sido demonstrado que o sistema Single Bond apresenta restrições quanto à infiltração completa da rede de fibrilas colágenas expostas pelo condicionamento ácido prévio, resultando na formação de uma zona de colágeno desnudo e desprotegido na base de uma camada híbrida<sup>73; 74; 87</sup> porosa e heterogênea quanto à distribuição de monômeros hidrofílicos e hidrofóbicos (separação de fases)<sup>74; 75</sup>. Além do mais, esse sistema adesivo apresenta em sua composição um copolímero do ácido polialquenóico, o qual apresenta um elevado peso molecular (PM=14.000-20.000) e uma alta afinidade por cálcio. Devido ao seu tamanho, esse componente não consegue penetrar nos espaços nanométricos criados entre as fibrilas colágenas pela remoção ácida do conteúdo mineral, resultando na formação de uma película na superfície da dentina desmineralizada a qual bloqueia fisicamente a infiltração de outros monômeros<sup>18; 85</sup>.

Sistemas autocondicionantes, por desmineralizarem e infiltrarem a dentina simultaneamente, favorecem a formação de uma camada híbrida mais homogênea e com um menor número de imperfeições, embora menos espessa<sup>80</sup>. O sistema Clearfil SE Bond, devido a sua pequena agressividade, não dissolve completamente a *smear layer*, a qual se torna hibridizada pelo componente

polimérico <sup>79</sup>. A dissolução parcial dessa estrutura permite que monômeros funcionais presentes nas formulações de sistemas autocondicionantes interajam quimicamente com a hidroxiapatita remanescente ao redor das fibrilas de colágeno parcialmente expostas. O monômero ácido 10-metacrilóiloxidecil dihidrogênio fosfato (10-MDP) presente no sistema Clearfil SE Bond adere rapidamente à hidroxiapatita, formando ligações bastante estáveis e resistentes à ação da água <sup>28, 31; 92</sup>.

Por serem aplicados sobre a dentina coberta por *smear layer*, a qual é hibridizada e incorporada na interface resina-dentina, vários estudos investigaram a influência dessa estrutura sobre a resistência de união de sistemas autocondicionantes <sup>39; 56; 59; 79</sup>. No presente estudo, brocas *carbide* esféricas em baixa rotação foram utilizadas para formar a *smear layer* sobre a dentina hígida (grupo controle), reproduzindo uma condição clinicamente significativa. Produzida dessa forma, essa estrutura apresenta característica rugosa e áspera <sup>3</sup>, a qual, segundo Koibuchi et al. <sup>39</sup>, teria efeito adverso sobre a resistência de união do sistema Clearfil SE Bond. Entretanto, baseado nos resultados obtidos nesse estudo, tal assertiva não foi confirmada, uma vez que valores comparáveis de resistência de união entre esse sistema e o sistema Single Bond foram obtidos. Ogata et al. <sup>56</sup> demonstraram que a aplicação do sistema Clearfil SE Bond sobre a dentina coberta por *smear layer* produzida por lixa de granulação 600 ou broca de aço resultou em resistência de união comparável. Tanto a espessura (1,8 µm) como a rugosidade (425,9 nm) da *smear layer* produzida por brocas *carbide* são similares à espessura e rugosidade da *smear layer* resultante do desgaste da

dentina com papel abrasivo de granulação 600<sup>59</sup>. Além do mais, Tay e Pashley<sup>79</sup> demonstraram que mesmo quando aplicado sobre *smear layers* espessas produzidas em dentina hígida com papel abrasivo de granulação 180, o sistema Clearfil SE Bond foi capaz de dissolvê-la parcialmente e desmineralizar a dentina subjacente, produzindo uma verdadeira camada híbrida de aproximadamente 0,5 µm de espessura. Entretanto, naquele mesmo estudo, quando lixas de granulação 60 foram utilizadas, as quais criaram as mais espessas *smear layers*, redução significativa da resistência de união foi observada.

A utilização de sistemas adesivos sobre a dentina hígida apresenta relevância clínica limitada, uma vez que são utilizados quase que exclusivamente sobre um substrato dentinário alterado, quer seja por processos biológicos como a doença cárie, ou por processos predominantemente físicos e/ou químicos, como nos casos de erosão, atrição e desgaste por fadiga. Desta forma, vários trabalhos avaliaram a resistência de união de sistemas adesivos a diferentes substratos dentinários, como dentina esclerótica, dentina afetada e dentina infectada por cárie<sup>2; 7; 9; 12; 16; 24; 37; 43; 51; 52; 53; 60; 71; 89; 93; 94; 95; 96</sup>.

O presente trabalho apresenta uma inovação nos ensaios de resistência de união à dentina afetada por cárie, a indução artificial de lesões com auxílio de microrganismos (*Streptococcus mutans*). A metodologia empregada para essa finalidade baseou-se nos estudos de inibição de lesões secundárias de cárie ao redor de restaurações<sup>22; 23; 32; 38; 49; 83; 84</sup>; e em um modelo para indução artificial de cárie em esmalte e em dentina<sup>14</sup>. Segundo Clarkson et al.<sup>14</sup>, este modelo de indução de cárie reproduz algumas características das lesões naturais, como a

presença das duas camadas de dentina cariada e alteração de cor da mesma, sem, obviamente, ocorrer a presença de dentina terciária.

Os trabalhos de adesão à dentina cariada ou afetada por cárie mostram, em sua maioria, resultados de resistência de união inferiores aos obtidos com a dentina hígida<sup>2; 9; 71; 89; 94</sup>. Algumas exceções são encontradas, como os trabalhos de Nakajima et al.<sup>51</sup> e Nakajima et al.<sup>53</sup>, os quais não encontraram diferença estatística entre a resistência de união do sistema Scotchbond Multi Purpose para as dentinas sadia e afetada por cárie. No presente estudo, independente do método de remoção da dentina cariada, valores inferiores foram obtidos quando da aplicação de ambos os sistemas adesivos investigados à dentina afetada por cárie, comparados aos valores obtidos à dentina hígida.

Quando lesões naturais de cárie são utilizadas<sup>2; 7; 9; 12; 16; 24; 37; 51; 52; 53; 71; 93; 94; 95; 96</sup> os valores mais baixos de resistência de união à dentina afetada por cárie podem ser atribuídos ao menor número de *tags* de resina, uma vez que os túbulos dentinários são obstruídos pela deposição de cristais ácido-resistentes<sup>54; 57; 94</sup>, e ao enfraquecimento da dentina desmineralizada pela perda mineral<sup>94</sup>, resultando em redução do módulo de elasticidade<sup>46</sup> e resistência coesiva desse tecido<sup>94</sup>. Entretanto, desde que um método de indução artificial de cárie foi utilizado em nosso estudo, deposição intratubular de dentina, se presente, não ocorreu via atividade odontoblástica frente a estímulos, com a ativação de fatores de crescimento (TGFs) aprisionados na matriz de dentina mineralizada e liberados pela dissolução ácida da mesma. Porém, é possível que tenha ocorrido obliteração parcial ou total de túbulos dentinários pela precipitação de cristais de

fosfato de cálcio formados a partir da dissolução mineral da dentina. Foi especulado no presente estudo que o principal fator modulador do desempenho adesivo inferior apresentado pelos sistemas adesivos aplicados à dentina artificialmente afetada por cárie tenha sido o enfraquecimento desse substrato, como proposto por Yoshiyama et al.<sup>94</sup>.

A dentina afetada por cárie apresenta alterações do seu conteúdo inorgânico, com baixa concentração mineral na dentina intertubular e, conseqüentemente nos espaços interfibrilares<sup>51</sup>, o que a torna mais porosa<sup>94</sup> e amolecida quando comparada à dentina hígida<sup>20; 26; 46; 52; 57</sup>. A dureza (Knoop) da dentina afetada por cárie chega a ser metade da dureza da dentina hígida<sup>57</sup>, o mesmo acontecendo com a resistência máxima à tração<sup>55</sup>. Análises ultraestruturais da união resina-dentina afetada por cárie demonstram a formação de camadas híbridas mais espessas quando comparadas às formadas na dentina hígida<sup>51; 93; 94; 95; 96</sup>, devido ao maior grau de porosidade presente nesse substrato, o que facilita a difusão de condicionadores ácidos e monômeros adesivos<sup>94</sup>. Entretanto, tais espessas camadas híbridas possivelmente apresentam um maior número de imperfeições, não refletindo em ganho de resistência de união<sup>16; 96</sup>. Ratificando o já exposto anteriormente, não existe na literatura evidência de correlação entre espessura da camada híbrida e resistência de união<sup>17; 27; 51; 92; 93; 96</sup>. Além do mais, uma vez que interação química tem sido demonstrada para sistemas autocondicionantes, entre componentes carboxílicos ou fosfatados derivados do metacrilato e a fase mineral da dentina<sup>92</sup>, a presença de cristais

maiores, porém em pequeno número, na dentina afetada por cárie oferece uma menor área de superfície para tal interação <sup>94</sup>.

Associado ao enfraquecimento da matriz pela perda de conteúdo mineral, as fibrilas colágenas expostas podem ser degradadas pela ação de hidrolases de origem do próprio hospedeiro (MMPs) ou bacterianas <sup>64</sup>. Os microrganismos utilizados nesse estudo para produzir artificialmente lesões de cárie em dentina, *Streptococcus mutans*, sintetizam, além de grandes quantidades de ácido lático, enzimas proteolíticas, representadas principalmente por collagenases. Tais enzimas poderiam ter atuado sobre as fibrilas de colágeno expostas após a remoção mineral da matriz pela ação do ácido lático, enfraquecendo-as, uma vez que a atividade colagenolítica de *S. Mutans* pode contribuir para a degradação das fibrilas de colágeno da dentina <sup>33</sup>. Entretanto, em um estudo recente, Nishitani et al. <sup>55</sup> demonstraram valores semelhantes de resistência máxima à tração quando a dentina completamente desmineralizada foi comparada à dentina afetada por cárie, sugerindo que a menor resistência de união observada quando da utilização de sistemas adesivos sobre esse substrato não é devido ao enfraquecimento da matriz, mas sim à perda do conteúdo mineral ao redor e do interior das fibrilas colágenas.

Embora a zona mais fraca da união resina-dentina afetada por cárie seja a própria dentina afetada por cárie devido a sua baixa resistência coesiva <sup>9; 12</sup>, no presente estudo a freqüência de fraturas coesivas do substrato para todos os grupos não foi predominante. A menor freqüência foi observada quando o sistema Clearfil SE Bond foi aplicado à dentina afetada por cárie após remoção com broca

(3,3%), enquanto a maior frequência foi observada para esse mesmo sistema aplicado à dentina resultante após utilização de Carisolv (20%). Essa pequena porcentagem de fraturas coesivas do substrato pode ter sido conseqüência do método de análise empregado (MO), uma vez que o mesmo não permite a visualização detalhada da superfície fraturada.

As duas camadas da dentina cariada, dentina infectada e dentina afetada por cárie, podem ser diferenciadas clinicamente pelo uso de corantes evidenciadores. Tais corantes têm afinidade pelo tecido cariado infectado e amolecido <sup>4; 20; 26; 68</sup>, irreversivelmente comprometido, orientando sua completa remoção, visto que os critérios clínicos de coloração e resistência ao corte da dentina são extremamente subjetivos. A escavação do tecido dentinário deve ser interrompida em tecido que possa ser preservado e remineralizado (dentina afetada) <sup>4; 97</sup>, sendo que a manutenção da dentina infectada poderia influenciar negativamente a resistência de união e a longevidade das restaurações <sup>66</sup>. No presente trabalho, foi utilizada a fucsina básica a 0,5%, como no trabalho de Ceballos et al. <sup>9</sup>, previamente aos métodos de remoção de tecido cariado empregados, a qual auxiliou durante a remoção do substrato amolecido, deixando o mesmo com coloração avermelhada. Este corante (fucsina a 0,5%) foi escolhido com base em trabalhos clássicos da literatura, como os de Fusayama <sup>20</sup> e Sato e Fusayama <sup>68</sup>, os quais demonstraram a completa remoção da dentina infectada após sua aplicação em dentes cariados natural ou artificialmente, onde somente a camada externa e infectada da lesão era corada.

No presente estudo, houve preocupação com a influência da fucsina básica a 0,5% sobre a resistência de união dentina-resina, bem como, com a influência do método de esterilização (autoclavagem a 120 °C durante 20 min) utilizado para os dentes pertencentes aos grupos onde cárie artificial foi induzida. Em estudo piloto prévio (dados não incluídos), foi verificado que a fucsina a 0,5%, juntamente com a presença do método calor-úmido de esterilização, não exerce influência negativa sobre a resistência de união resina-dentina hígida para os sistemas adesivos empregados (Adper Single Bond e Clearfil SE Bond). Para o sistema Adper Single Bond, o dueto corante-autoclave apresentou RU média de 59,81 MPa, e para o sistema Clearfil SE Bond, a média encontrada foi de 53,08 MPa, enquanto os grupos controles sem corante e sem autoclave apresentaram, respectivamente, 49,65 MPa para SB e 50,56 MPa para CSE. Desta forma, foi observado que o uso da fucsina a 0,5% e da autoclavagem influenciou de forma positiva, com aumento dos valores de resistência de união, especialmente para o sistema Single Bond ( $p < 0,05$ ). Embora os métodos tenham sido avaliados apenas em conjunto, especulou-se que tal influência tenha sido exercida pela autoclavagem, uma vez que existe evidência na literatura de que detectores de cárie não interferem com a resistência de união de sistemas adesivos<sup>60</sup>. Desta forma, com base nos resultados desse estudo piloto, também os dentes pertencentes aos grupos controle (dentina hígida) foram submetidos à autoclavagem após a obtenção da superfície de dentina, assim como à aplicação do evidenciador de cárie previamente à aplicação do sistema adesivo.

A remoção do tecido cariado tem sido convencionalmente realizada por meio de métodos exclusivamente mecânicos, quer seja com instrumentos rotatórios<sup>29</sup> ou manuais. Entretanto, métodos alternativos têm sido desenvolvidos, impulsionados pela característica conservadora adotada pela odontologia contemporânea<sup>3; 90</sup>, com destaque para a remoção químico-mecânica do tecido irreversivelmente comprometido<sup>3; 4; 5; 6; 7; 10; 11; 12; 15; 19; 24; 29; 30; 40; 44; 45; 47; 69; 70; 76</sup>.

No presente estudo, o desempenho adesivo do sistema Single Bond não foi influenciado pelo método empregado para a remoção da dentina cariada, enquanto que a remoção do tecido cariado com curetas exerceu efeito negativo sobre a resistência de união do sistema Clearfil SE Bond à dentina afetada por cárie. De fato, as características químicas e físicas da *smear layer* não exercem influência no desempenho adesivo de sistemas que utilizam o condicionamento ácido do substrato previamente a sua aplicação, uma vez que essa estrutura é totalmente removida<sup>59; 78</sup>. Dessa forma, o sistema Adper Single Bond produziu valores de resistência de união comparáveis quando aplicado à dentina afetada por cárie, para todos os métodos de remoção empregados. A mesma ausência de influência do método de remoção de cárie para esse sistema adesivo foi demonstrado em outros estudos<sup>7; 12; 59</sup>. Entretanto, uma tendência a valores menores foi observada quando o sistema Single Bond foi aplicado sobre a dentina após a utilização do método químico-mecânico Carisolv.

Inúmeras pesquisas foram realizadas a respeito do efeito do hipoclorito de sódio na remoção da cárie, e já na década de 70<sup>40; 42; 69; 70</sup> foi comprovado que sua ação, combinada com outros produtos (ácido aminobutírico, cloreto de sódio e

hidróxido de sódio, sistema GK-101 e GK-101E, este comercializado mais tarde como Caridex) se exerce apenas na primeira camada da dentina cariada, sem afetar a segunda camada, indicando que a dentina remanescente seria adequada para ser restaurada <sup>91</sup>. Esta ação diferenciada deve-se à ação seletiva desses produtos sobre as fibrilas colágenas desnaturadas presentes na primeira camada da lesão cariada, as quais perderam sua organização molecular. O mecanismo de ação do sistema Caridex (GK-101) baseava-se na cloração das fibrilas colágenas parcialmente degradadas, levando a ruptura das ligações de hidrogênio interfibrilares <sup>10</sup>. Entretanto, esses compostos químicos podem danificar fibrilas de colágeno híidas na dependência do seu tempo de contato com o substrato <sup>25; 40</sup>. Embora após 20 minutos de contato a ação do Carisolv tenha sido limitada ao tecido irreversivelmente desorganizado, preservando a matriz dentinária que apresentava potencial de remineralização <sup>25</sup>, após 30 minutos, Kronman et al. <sup>40</sup> observaram a formação de material amorfo no lugar das fibrilas de colágeno híidas obtidas pela liofilização de colágeno bovino. De qualquer forma, o tempo de aplicação do sistema Carisolv utilizado em nosso estudo foi de apenas 30 segundos, não suficiente para afetar fibrilas de colágeno que não as alteradas previamente pelo processo cariado.

A concentração final de hipoclorito de sódio no Carisolv é de 0,25%. Quando essa mesma concentração de NaOCl puro é aplicada sobre a dentina desmineralizada, remoção efetiva da camada de colágeno exposto é observada. Tal diferença em ação pode ser explicada pela presença de aminoácidos na composição do Carisolv <sup>25</sup>. A presença de aminoácidos reduz a ação agressiva do

NaOCl pela formação de compostos denominados cloraminas <sup>82</sup>. Conseqüentemente, os valores inferiores de resistência de união obtidos para o sistema Single Bond após a remoção do tecido cariado com Carisolv não deveria ser atribuída a alterações estruturais causadas nas fibrilas colágenas, uma vez que esse agente químico não degrada fibrilas colágenas saudáveis <sup>15</sup>.

A utilização de ácido fosfórico sobre a dentina cariada tratada com Carisolv resulta em desmineralização mais profunda do substrato <sup>12</sup> (7-8  $\mu\text{m}$ ) quando comparada a desmineralização da superfície de dentina sobre a qual foi utilizada broca (3,5-4,5  $\mu\text{m}$ ) <sup>66</sup>. Uma vez que ausência ou pequena quantidade de *smear layer* é produzida após a utilização do método químico-mecânico empregado nesse estudo <sup>3; 12; 24; 66</sup>, um contato mais íntimo da solução ácida com a superfície de dentina foi favorecido, permitindo uma maior desmineralização. Além do mais, a presença de *smear layer* contribui para o tamponamento dos íons hidrogênio utilizados na dissolução da dentina subjacente. Como conseqüência, camadas híbridas contendo um maior número de imperfeições provavelmente foram formadas <sup>93; 94</sup>. Além disso, uma vez que o sistema Single Bond contém etanol e água em sua composição, a formação de camadas híbridas mais espessas poderia dificultar a remoção adequada desses solventes.

A resistência de união de sistemas adesivos autocondicionantes, os quais incorporam a *smear layer*, pode ser influenciada pela qualidade desta camada <sup>79</sup> cujas características físicas <sup>3; 31</sup>, espessura, rugosidade, densidade e aderência ao substrato subjacente, dependem intimamente do modo como ela foi preparada e do substrato a partir do qual foi gerada <sup>63</sup>. Os métodos de escavação manual e

rotatória produzem superfícies cavitárias bastante diferentes. Quando instrumentos rotatórios são utilizados para a remoção do tecido cariado, forma-se uma *smear layer* delgada <sup>59</sup>, com aspecto homogêneo, cobrindo toda a superfície dentinária, a qual apresenta baixa rugosidade uniforme sem evidência de túbulos abertos <sup>3; 90</sup>. Tal descrição aplica-se aos achados em microscopia eletrônica de varredura quando esse método de remoção de cárie foi utilizado no presente estudo. Por outro lado, quando a dentina cariada é removida com instrumentos manuais, *smear layers* mais espessas, com debris irregulares em forma e tamanho, com distribuição não uniforme, são produzidas <sup>3; 90</sup>.

Diferenças qualitativas e quantitativas podem explicar os menores valores de resistência de união observados para o sistema Clearfil SE Bond quando aplicado sobre a superfície de dentina resultante após a remoção do tecido cariado com curetas. Apesar de não ter sido objetivo do presente estudo avaliar as características da *smear layer*, sugerimos que por apresentar-se mais irregular e espessa, os monômeros funcionais ácidos deste sistema adesivo, o qual apresenta pequena agressividade, possam ter sido tamponados pelos minerais presentes nessa camada <sup>8; 13</sup>. Embora características morfológicas semelhantes, incluindo a espessura da camada híbrida autêntica, sejam demonstradas quando sistemas adesivos pouco agressivos são utilizados sobre *smear layers* espessas e delgadas, devido a grande porosidade presente nas primeiras <sup>79; 81</sup>, a resistência de união do sistema Clearfil SE Bond é inferior quando aplicado sobre *smear layers* espessas <sup>80</sup>.

Uma vez que a *smear layer* é apenas parcialmente dissolvida, sua manutenção resulta, após a polimerização do agente adesivo, em uma estrutura hibridizada<sup>80; 81</sup>. No caso de *smear layers* espessas, tal estrutura pode chegar a ser aproximadamente três vezes mais espessa do que a mesma estrutura encontrada quando *smear layers* delgadas são hibridizadas<sup>81</sup>. O único material conectando as duas camadas híbridas, autêntica e *smear layer* hibridizada, é a resina infiltrada ao redor das partículas que formam a subestrutura da *smear layer* e entre os espaços interfibrilares criados na dentina subjacente<sup>80</sup>. Consequentemente, pode ser sugerido que a presença dessa estrutura poderia justificar a redução dos valores de resistência de união encontrados quando curetas foram utilizadas para a remoção do tecido cariado. Entretanto, o estudo de Reis et al.<sup>65</sup> contraria tal afirmativa, uma vez que ausência de diferença nos valores de resistência de união foi observada para *smear layers* espessas (lixa 60) e delgadas (lixa 600) com o uso do sistema Clearfil SE Bond.

O conteúdo orgânico presente na *smear layer* produzida pelo corte da dentina cariada, uma vez que esta apresenta um menor teor mineral em decorrência do processo cariioso<sup>57</sup>, pode ser maior do que o presente na *smear layer* produzida após o corte da dentina hígida. Desde que compostos ácidos são ineficientes sobre matéria orgânica, agindo efetivamente na dissolução do conteúdo mineral, uma maior quantidade de remanescente orgânico pode permanecer na superfície da dentina após o condicionamento com ácido fosfórico ou com monômeros funcionais ácidos. Nesse sentido, a remoção da dentina cariada com uma solução química como a utilizada no presente estudo, poderia

reduzir a porção orgânica da *smear layer* formada, uma vez que seu principal componente é um agente desproteinizante. Foi observada, no presente trabalho, a formação de *smear layer* escassa após o uso do Carisolv, sendo possível visualizar alguns túbulos dentinários abertos ou parcialmente ocluídos em regiões da superfície, padrão esse bastante distinto do observado para os demais métodos de remoção da dentina cariada. Não existe consenso na literatura quanto a esse padrão, com alguns estudos descrevendo presença de *smear layer* similar à descrita acima <sup>10; 11; 30; 76; 90; 91</sup>, enquanto outros descrevem uma superfície dentinária livre de *smear layer*, possivelmente pela propriedade de dissolução do conteúdo orgânico provocada pelo hipoclorito de sódio <sup>3; 12; 24; 66</sup>.

A técnica de remoção do tecido cariado com Carisolv apresenta dois efeitos no processo de escavação, um efeito lubrificante, o qual auxilia a abrasão mecânica do substrato, e um efeito químico sobre a estrutura da dentina comprometida pela doença <sup>3</sup>. Os instrumentos mais apropriados para utilização com essa técnica apresentam aparência bastante semelhante a de brocas esféricas e seu modo de uso deve ser delicado, promovendo abrasão ao invés de corte <sup>3</sup>. No presente estudo, curetas convencionais foram utilizadas, porém com orientação modificada, simulando uma superfície de contato sem corte com o tecido amolecido. Dessa forma, a qualidade física do tecido resultante da ação do gel favorece a formação de uma quantidade mínima de *smear layer* <sup>3</sup>.

Tratando-se de sistemas autocondicionantes, a quantidade reduzida de *smear layer* poderia favorecer o contato mais íntimo dos monômeros funcionais ácidos, os quais, por natureza, são menos competentes na desmineralização da

dentina do que ácidos minerais fortes como o fosfórico, na dependência de sua concentração. Quando a *smear layer* foi removida com EDTA previamente à aplicação do sistema Clearfil SE Bond, maiores valores imediatos de resistência de união foram obtidos<sup>35</sup>. Embora em longo prazo (24 meses) a remoção prévia da *smear layer* não tenha impedido a ocorrência da degradação da união resina-dentina, valores superiores de resistência de união ainda foram observados quando comparados aos valores obtidos com a aplicação do sistema autocondicionante sobre a dentina coberta com *smear layer*<sup>34</sup>.

Dessa forma, estudos longitudinais, tanto laboratoriais quanto clínicos, são ainda necessários para investigar a eficiência da aplicação de sistemas adesivos sobre substratos submetidos à ação de agentes químicos de remoção do tecido cariado. A princípio, preparos cavitários deveriam ser concluídos com a utilização de instrumentos rotatórios de corte (brocas carbide)<sup>59</sup> para que, independente do agente adesivo utilizado, a qualidade física da *smear layer* formada não interfira no seu desempenho adesivo. Além do mais, as paredes laterais das cavidades deveriam ser cuidadosamente avaliadas quanto à presença de tecido cariado para que o selamento marginal seja o mais eficiente possível, uma vez que a adesão à dentina afetada por cárie é significativamente inferior quando comparada à adesão obtida com o tecido hígido.

## 7 CONCLUSÃO

---

Dentro das limitações deste estudo e baseado nos resultados obtidos a partir da metodologia empregada, podemos concluir que:

1. A resistência de união de ambos sistemas adesivos, Clearfil SE Bond e Adper Single Bond, foi significativamente inferior quando aplicados à dentina afetada por cárie comparada a sua aplicação à dentina hígida;
2. A resistência de união do sistema Clearfil SE Bond à dentina afetada por cárie foi significativamente reduzida quando da remoção do tecido cariado com cureta;
3. A resistência de união do sistema Adper Single Bond à dentina afetada por cárie não foi influenciada pelo método de remoção de cárie, químico ou mecânico.

## 8 REFERÊNCIAS\*

---

1. ANGKER L. et al. Correlating the mechanical properties to the mineral content of carious dentine – a comparative study using an ultra-micro indentation system (UNIS) and SEM-BSE signals. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v. 49, n. 5, p. 369-378, May 2004.
2. ARRAIS, C. A. G. et al. Effects of additional and extended acid etching on bonding to caries-affected dentine. **Eur. J. Oral Sci.**, Copenhagen, v. 112, n. 5, p. 458-464, Oct. 2004.
3. BANERJEE, A.; KIDD, E. A. M.; WATSON, T. F. Scanning electron microscopic observations of human dentine after mechanical caries excavation. **J. Dent.**, Bristol, v. 28, n. 3, p. 179-186, Mar. 2000.
4. BANERJEE, A.; KIDD, E. A. M.; WATSON, T. F. *In vitro* validation of carious dentin removed using different excavation criteria. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 16, n. 4, p. 228-230, Aug. 2003.
5. BARWART, O. et al. *In vitro* study to compare the efficacy of N-monocloro-D,L-2-aminobutyrate (NMAB, GK-101E) and water in caries removal. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 18, n. 6, p. 523-529, Nov. 1991.
6. BEELEY, K. A.; YIP, H. K.; STEVENSON, A. G. Chemomechanical caries removal: a review of the techniques and latest developments. **Br. Dent. J.**, London, v. 188, n. 8, p. 427-430, Apr. 2000.

---

\* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação - referências - elaboração**. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

7. BURROW, M. F. et al. Microtensile bond strengths to caries-affected dentine treated with Carisolv. **Aust. Dent. J.**, Sydney , v. 48, n. 2, p. 110-114, June 2003.
8. CAMPS, J.; PASHLEY, D. H. Buffering action of human dentin *in vitro*. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 2, n. 1, p. 39-50, Spring 2000.
9. CEBALLOS, L. et al. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. **J. Dent.**, Bristol, v. 31, n. 7, p. 469-477, Sept. 2003.
10. CEDERLUND, A.; LINDSKOG, S.; BLOMLÖF, J. Effect of a chemo-mechanical caries removal system (Carisolv) on dentin topography of non carious dentin. **Acta Odontol. Scand.**, Stockholm, v. 57, n. 4, p. 185-189, Aug. 1999.
11. CEDERLUND, A.; LINDSKOG, S.; BLOMLÖF, J. Efficacy of Carisolv-assisted caries excavation. **Int. J. Periodontics Restorative. Dent.**, Chicago, v. 19, n. 5, p. 465-469, Oct. 1999.
12. ÇEHRELI, Z. C. et al. A morphological and microtensile bond strength evaluation of a single – bottle adhesive to caries-affected human dentine after four different caries removal techniques. **J. Dent.**, Bristol, v. 31, n. 6, p. 429-435, Aug. 2003.
13. CHAN, K. et al. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 16, n. 3, p. 340-346, Oct. 2003.

14. CLARKSON, B. H.; WEFEL, J. S.; MILLER, I. A model for producing caries-like lesions in enamel and dentin using oral bacteria in vitro. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 63, n. 10, p. 1186-1189, Oct. 1984.
15. DAMMASCHKE, T. et al. Reaction of sound and demineralized dentine to Carisolv *in vivo* and *in vitro*. **J. Dent.**, Bristol, v. 30, n. 1, p. 59-65, Jan. 2002.
16. DOI, J. et al. Micro-tensile bond strength of self-etching primer adhesive systems to human coronal carious dentin. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v. 31, n. 10, p. 1023-1028, Oct. 2004.
17. EICK, J. D. et al. Current concepts on adhesion to dentin. **Crit. Rev. Oral Biol. Med.**, Boca Raton, v. 8, n. 3, p. 306-335, 1997.
18. ELIADES, G.; VOUGIOUKLAKIS, G.; PALAGHIAS, G. Heterogeneous distribution of single-bottle adhesive monomers in the resin/dentin interdiffusion zone. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 17, n. 4, p. 277-283, July 2001.
19. FURE, S.; LINGSTRÖM, P.; BIRKHED, D. Evaluation of Carisolv for the chemo-mechanical removal of primary root caries *in vivo*. **Caries Res.**, Basel, v. 34, n. 3, p. 275-280, May / June 2000
20. FUSAYAMA, T. Two layers of carious dentin: diagnosis and treatment. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 4, n. 2, p. 63 -70, Spring 1979.
21. FUSAYAMA, T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 58, n. 4, p. 1364-1370, Apr. 1979.

22. GILMOUR, A. S.; EDMUNDS, D. H.; NEWCOMBE, R. G. Prevalence and depth of artificial caries – like lesions adjacent to cavities prepared in roots and restored with a glass ionomer or a dentin – bonded composite material. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 76, n. 12, p. 1854 – 1861, Dec. 1997.
23. GROSSMAN, E. S.; MATEJKA, J. M. Effect of restorative materials and *in vitro* carious challenge on amalgam margin quality. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 76, n. 3, p. 239 – 245, Sept. 1996.
24. HAACK, R.; WICHT, M. J.; NOACK, M. J. Does chemomechanical caries removal affect dentine adhesion? **Eur. J. Oral Sci.**, Copenhagen, v. 108, n. 5, p. 449-455, Oct. 2000.
25. HANNIG, M. Effect of Carisolv solution on sound, demineralized and denatured dentin – an ultrastructural investigation. **Clin. Oral Investig.**, Berlin, v. 3, n. 3, p. 155-159, Sept. 1999.
26. HARNIRATTISAI, C. et al. Interfacial morphology of an adhesive composite resin and etched caries-affected dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 17, n. 6, p. 222-228, Nov. / Dec. 1992.
27. HASHIMOTO, M. et al. The effect of hybrid layer thickness on bond strength: demineralized dentin zone of the hybrid layer. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 16, n. 6, p. 406-411, Nov. 2000.
28. HIRAISHI, N. et al. Water concentration in self-etching primers affects their aggressiveness and bonding efficacy to dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 84, n. 7, p. 653-658, July 2005.

29. HOSOYA, Y. et al. Influence of Carisolv for resin adhesion to sound human primary dentin and young permanent dentin. **J. Dent.**, Bristol, v. 29, n. 3, p. 163-171, Mar. 2001.
30. HOSSAIN, M. et al. Dentinal composition and knoop measurements of cavity floor following carious dentin removal with Carisolv. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 28, n. 4, p. 346-351, July / Aug. 2003.
31. INOUE, H. et al. Microtensile bond strength of two single-step adhesive systems to bur-prepared dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 3, n. 2, p. 129-136, Summer 2001.
32. ITOTA, T. et al. Effect of two-step adhesive systems on inhibition of secondary caries around fluoride-releasing resin composite restorations in root dentine. **J. Dent.**, Bristol, v. 33, n. 2, p. 147-154, Feb. 2005.
33. JACKSON, R. J.; LIM, D. V.; DAO, M. L. Identification and analysis of a collagenolytic activity in *Streptococcus mutans*. **Curr. Microbiol.**, New York, v. 34, n. 1, p. 49-54, Jan. 1997.
34. JACQUES, P.; HEBLING, J. Avaliação longitudinal do efeito da incorporação da *smear layer* na resistência de união resina/dentina. **Braz. Oral Res.**, São Paulo, v. 18, suppl., p. 182, Abstract pb204, set. 2004.
35. JACQUES, P.; HEBLING, J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 21, n. 2, p. 1103-1109, Feb. 2005.

36. KAADEN, C. et al. Bond strength of self-etching adhesives to dental hard tissues. **Clin. Oral Invest.**, Berlin, v. 6, n. 3, p. 155-160, Sept. 2002.
37. KIMOCHI, T. et al. Adhesion of a new commercial self-etching/self-priming bonding resin to human caries-infected dentin. **Dent. Mater. J.**, Tokyo, v. 18, n. 4, p. 437-443, Dec. 1999.
38. KLEIN, U.; KANELIS, M. J.; DRAKE, D. Effect of four anticaries agents on lesion depth progression in an in vitro caries model. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 21, n. 3, p. 176-180, May / June 1999.
39. KOIBUCHI, H.; YASUDA, N.; NAKABAYASHI, N. Bonding to dentin with a self – etching primer: the effect of smear layers. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 17, n. 12, p. 122-126, Mar. 2001.
40. KRONMAN, J. H. et al. Electron microscopic evaluation of altered collagen structure induced by N-Monochloroglycine (GK-101). **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 56, n. 12, p. 1539-1545, Dec. 1977.
41. KUBOKI, Y.; OHGUSHI, K.; FUSAYAMA, T. Collagen biochemistry of the two layers of carious dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 56, n. 10, p. 1233-1237, Oct. 1977.
42. KUROSAKI, N. et al. Effect of a carious dentin softener on the dentin and pulp. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 38, n. 2, p. 169-173. Aug. 1977.

43. KWONG, S. M. et al. An ultra structural study of the application of dentine adhesives to acid-conditioned sclerotic dentine. **J. Dent.**, Bristol, v. 28, p. 515- 528, Sept. 2000.
44. LAGER, A.; THORNQVIST, E.; ERICSON, D. Cultivable bacteria in dentine after caries excavation using rose-bur or Carisolv. **Caries Res.**, Basel, v. 37, n.3, p. 206-211, May / June 2003.
45. MARAGAKIS, G. M.; HAHN, P.; HELLWIG, E. Chemo mechanical caries removal: a comprehensive review of the literature. **Int. Dent. J.**, London, v. 51, n. 4, p. 291-299, Aug. 2001.
46. MARSHALL, G. W. et al. Nanomechanical properties of hydrated carious human dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 80, n. 8, p. 1768-1771, Aug. 2001.
47. MENDONÇA, S. M. S.; NOGUEIRA, M. A.; MAGALHÃES, C. S. Dentina cariada: uma revisão dos métodos e critérios empregados em sua remoção. **Jbd: J. Bras. Dent. Estet.**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 166-174, abr. / jun. 2002.
48. MONTES, M. A. J. R.; de GOES, M. F.; SINHORETI, M. A. C. The *in vitro* morphological effects of some current pre-treatments on dentin surface: a SEM evaluation. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 30, n. 2, p. 201-212, Apr. / May 2005.
49. NAGAMINE, M. et al. Effect of resin-modified glass ionomer cements on secondary caries. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 10, n. 4, p. 173 – 178, Aug. 1997.

50. NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed. Mater. Res.**, Hoboken, v. 16, n. 3, p. 265-273, May 1982.
51. NAKAJIMA, M. et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 74, n. 10, p. 1679-1688, Oct. 1995.
52. NAKAJIMA, M. et al. Bonding to caries-affected dentin using a self - etching primers. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 12, n. 6, p. 309-314, Dec. 1999.
53. NAKAJIMA M. et al. Effect of moist vs. dry bonding to normal vs. caries-affected dentin with Scotchbond multi-purpose plus. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 78, n. 7, p. 1298-1303, July 1999.
54. NAKAJIMA M. et al. Bond strengths of self-etching primer adhesives to in vitro demineralized dentin following mineralizing treatment. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 2, n. 1, p. 29-38, Spring 2000.
55. NISHITANI, Y. et al. Tensile strength of mineralized / demineralized human normal and carious dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 84, n. 11, p. 1075-1078, Nov. 2005.
56. OGATA, M. et al. Effects of different burs on dentin bond strengths of self-etching primer bonding systems. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 26, n. 4, p. 375-382, July /Aug. 2001.

57. OGAWA, K. et al. The ultra structure and hardness of the transparent layer of human carious dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 62, n. 1, p. 7-10, Jan. 1983.
58. OHGUSHI, K.; FUSAYAMA, T. Electron microscopic structure of the two layers of carious dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 54, n. 5, p. 1019-1026, Sept. / Oct. 1975.
59. OLIVEIRA, S. S. et al. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 19, n. 8, p. 758-767, Dec. 2003.
60. PALMA, R. G. et al. Bond strength to dentin with artificial carious lesions: influence of caries detecting dye. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 11, n. 31, p. 128-130, June 1998.
61. PASHLEY, D. H. Smear layer: overview of structure and function. **Proc. Finn. Dent. Soc.**, Helsinki, v. 88, suppl. 1, p. 215-224, 1992.
62. PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J. Dent.**, Bristol, v. 25, n. 5, p. 355-372, Sept. 1997.
63. PASHLEY, D. H. et al. Scanning electron microscopy of the substructure of smear layers in human dentin. **Arch. Oral Biol.**, Oxford, v. 33, n. 4, p. 265-270, 1988.

64. PASHLEY, D. H. et al. Collagen degradation by host –derived enzymes during aging. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 83, n. 3, p. 216-221, Mar. 2004
65. REIS, A. et al. Effect of smear layer thickness and activity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. **J. Dent.**, Bristol, v. 33, n. 7, p. 549-559, Aug. 2005.
66. SAKOOLNAMARKA, R. et al. Morphological study of demineralized dentine after caries removal using two different methods. **Aust. Dent. J.**, Sydney, v. 47, n. 2, p. 116-122, June 2002.
67. SANO, H. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – evaluation of a microtensile bond test. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 10, n. 4, p. 236-240, July 1994.
68. SATO, Y.; FUSAYAMA, T. Removal of dentin by fuchsin staining. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 55, n. 4, p. 678-693, July /Aug. 1976.
69. SCHUTZBANK, S. G. et al. *In vitro* study of the effect of GK-101 on the removal of carious material. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 54, n. 4, p. 907, July / Aug. 1975.
70. SCHUTZBANK, S. G. et al. A comparative in vitro study of GK-101 and GK-101E in caries removal. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 57, n. 9/10, p. 861-864, Sept. / Oct. 1978.

71. SHONO, Y. et al. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 78, n. 2, p. 699-705, Feb. 1999.
72. SENGÜN, A. et al. Bond strength of five current adhesives to caries-affected dentin. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v. 29, n. 8, p. 777-781, Aug. 2002.
73. SPENCER, P.; SWAFFORD, J. R. Unprotected protein at the dentin/adhesive interface. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 30, n. 7, p. 501-507, July 1999.
74. SPENCER, P.; WANG, Y. Adhesive phase separation at the dentin interface under wet bonding conditions. **J. Biomed. Mater. Res.**, Hoboken, v. 62, n. 5, p. 447-456, Dec. 2002.
75. SPENCER, P.; WANG, Y.; KATZ, J. L. Identification of collagen encapsulation at the dentin / adhesive interface. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 6, p. 91-95, Summer 2004.
76. SPLIETH, C.; RODIN, M.; GELISSEN, B. Determination of residual dentine caries after conventional mechanical and chemomechanical caries removal with Carisolv. **Clin. Oral Investig.**, Berlin, v. 5, n. 4, p. 250-253, Dec. 2001.
77. TAGAMI, J. et al. Effect of aging and caries on dentin permeability. **Proc. Finn. Dent. Soc.**, Helsinki, v. 88, suppl. 1, p. 149-154, 1992.
78. TAO, L.; PASHLEY, D. H.; BOYD, L. Effect of different types of smear layers on dentin and enamel shear bond strengths. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 4, n. 4, p. 208-216, Aug. 1988.

79. TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: depth of penetration beyond dentin smear layers. **Dent. Mater.**, Copenhagen, v. 17, n. 4, p. 296-308, July 2001.
80. TAY, F. R. et al. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 2, n. 2, p. 99-116, Summer 2000.
81. TAY, F. R. et al. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 2, n. 2, p. 83-89, Summer 2000.
82. TONAMI, K. et al. Effects of chloramines and sodium hypochlorite on carious dentin. **J. Med. Dent. Sci.**, Tokyo, v. 50, n. 2, p. 139-146, June 2003.
83. TORII, Y. et al. Inhibition *in vitro* of caries around amalgam restorations by bonding amalgam to tooth structure. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 14, n. 3, p. 142-148, Summer 1989.
84. TORII, Y. et al. Inhibition of artificial secondary caries in root by fluoride-releasing materials. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 26, n. 1, p. 36-46, Jan. / Feb. 2001.
85. VAN MEERBEEK, B. et al. Correlative transmission electron microscopy examination of nondemineralized and demineralized resin-dentin interfaces formed by two dentin adhesive systems. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 75, n. 3, p. 879-888, Mar. 1996.

86. VAN MEERBEK, B. et al. Adhesion to enamel and dentin: current states and future challenges. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 28, n. 3, p. 215-235, May / June 2003.
87. WANG, Y.; SPENCER, P. Hybridization efficiency of the adhesive / dentin interface with wet bonding. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 82, n. 2, p. 141-145, Feb. 2003.
88. WENNERBERG, A.; SAWASE, T.; KULTJE, C. The influence of Carisolv on enamel and dentine surface topography. **Eur. J. Oral Sci.**, Copenhagen, v. 107, n. 4, p. 297-306, Aug. 1999.
89. XIE, J. et al. Bond strength of composite to sound and artificial carious dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 9, n.1, p. 31-33, Feb. 1996.
90. YAZICI, A. R.; OZGUNALTAY, G.; DAYANGAÇ, B. A scanning electron microscope study of different caries removal techniques on human dentin. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 27, n. 4, p. 360-366, July / Aug. 2002.
91. YIP, H. K.; BEELEY, J. A.; STEVENSON, A. G. Mineral content of the dentine remaining after chemomechanical caries removal. **Caries Res.**, Basel, v. 29, n. 2, p. 111-117, 1995.
92. YOSHIDA, Y. et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 83, n. 6, p. 454-458, June 2004.

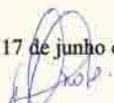
93. YOSHIYAMA, M. et al. Comparison of a conventional vs self - etching adhesive bonds to caries-affected dentin. **Oper. Dent.**, Seattle , v. 25, n. 3, p. 163-169, May / June 2000.
94. YOSHIYAMA, M. et al. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 81, n. 8, p. 556-560, Aug. 2002.
95. YOSHIYAMA, M. et al. Resin adhesion to carious dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 16, n. 1, p. 47-52, Feb. 2003.
96. YOSHIYAMA, M. et al. Bonding ability of adhesive resins to caries - affected and caries - infected dentin. **J. Appl. Oral Sci.**, Bauru, v. 12, n. 3, p. 171-176, jul./ set. 2004.
97. ZHENG, L. et al. Dentin caries activity status related to hardness and elasticity. **Eur. J. Oral Sci.**, Copenhagen, v. 111, n. 3, p. 243-252, Jun. 2003

# ANEXOS

---

## Anexo A:

Certificado de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da FOAr- UNESP  
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
Consentimento Informado

<b>UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA " JÚLIO DE MESQUITA FILHO"</b>	
<b>FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA</b>	
	<b>Comitê de Ética em Pesquisa</b>
	
<h1>Certificado</h1>	
<p><b>Certificamos</b> que o projeto de pesquisa intitulado "<b>ADESÃO À DENTINA APÓS REMOÇÃO MECÂNICA OU QUÍMICA DE TECIDO CARIADO</b>", sob o protocolo nº 17/04, de responsabilidade do Pesquisador (a) <b>PAULA JACQUES</b>, está 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, com validade de 01 (um) ano, quando será avaliado o relatório final da pesquisa.</p>	
<p><b>Certify</b> that the research project titled "<b>BOND STRENGTH TO DENTIN AFTER MECHANICAL OR CHEMICAL CARIES REMOVAL</b>", protocol number 17/04, under Dr <b>PAULA JACQUES</b> 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. Approval is granted for 01 (one) year when the final review of this study will occur.</p>	
<p>Araraquara, 17 de junho de 2004.</p>  <p><b>Profª Drª Mirian Aparecida Onofre</b> Coordenadora</p>	



## CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de RG número \_\_\_\_\_, participarei voluntariamente na pesquisa intitulada "ADESÃO À DENTINA APÓS REMOÇÃO MECÂNICA OU QUÍMICA DE TECIDO CARIADO", tendo como pesquisadora responsável **Paula Jacques**, e dou consentimento para doação do (s) dente (s) terceiro molar (es), que será extraído no CEO (Centro Especializado de Odontologia, Secretaria de Saúde do Estado do Ceará), uma vez que não há possibilidade de receber tratamento conservador.

Para tanto, tomo ciência que:

1. A pesquisa tem o objetivo de testar materiais que tem capacidade de se aderir à superfície do dente. Os dentes serão cariados artificialmente após a exodontia, não tendo risco de haver contaminação para o paciente.
2. O responsável pela assistência integral necessária por qualquer problema decorrido do ato da exodontia dos dentes será o Dr. Paulo Beltrão.
3. Tenho total autonomia para cancelar minha participação nesta pesquisa, sem nenhuma repercussão ao atendimento nas clínicas do CEO. Também tenho total liberdade de solicitar esclarecimentos em qualquer momento do desenvolvimento da pesquisa.
4. A pesquisadora responsável garante sigilo quanto aos dados confidenciais envolvidos.
5. Estou ciente que a doação do(s) dente(s) será voluntária, não envolvendo nenhuma forma de envolvimento monetário.

Confirmando que recebi de maneira clara todas as informações da pesquisa em questão. Assim, após ter compreendido todos os riscos que por acaso possam ocorrer e os meus direitos, informo que doarei, por livre e espontânea vontade, o(s) dente(s).....

Fortaleza, \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.

Paciente \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_  
 Testemunha \_\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Telefones: Comitê de Ética em Pesquisa da FOAR-UNESP: (0xx16)201-6432

Pesquisadora responsável: (0xx16) 3331-4925 e Dr. Paulo Beltrão: (0xx85) 244-6020

Protocolo CEP Nº 17/04  
 Aprovado em Reunião de  
15/06/04  
 \_\_\_\_\_  
 Secretária do CEP-FO/CAr.

## Anexo B:

### Indução Artificial de Cárie

#### **I Fórmulas dos meios de cultura**

a) Meio para crescimento de *S. mutans*: **BHI caldo**

- 100mL de água destilada
- 3,7 g BHI
- 0,5 g de extrato de levedura

b) Meio para indução artificial de cárie

- Fórmula do BHI caldo
- 1g glicose
- 2g sacarose

#### **II Manipulação dos meios de cultura**

**BHI**: Os meios de cultura secos foram pesados em balança de precisão, colocados em Becker, o qual foi preenchido com água destilada na quantidade desejada, onde são dissolvidos, até obtenção de uma solução homogênea. Esta foi distribuída em tubos de ensaio na quantidade de 5mL por tubo, os quais foram fechados com algodão e levados para esterilização em autoclave por 20m a 120°C. Após o resfriamento dos tubos, são cobertos, identificados e armazenados em geladeira até o momento do uso. (Repicagem de novos *S. mutans*)

**Indução de cárie**: A diferença do anterior é que após os meios secos serem dissolvidos no Becker, a solução era fechada com papel alumínio para evitar evaporação, pois a mesma não é removida do Becker. Segue-se a esterilização em autoclave, e, após resfriamento, é armazenada em geladeira, sempre fechada e identificada, até o momento da inserção da grade com os dentes e os microrganismos. Era utilizado 2% de *S. mutans* em cada troca.

### **III Bibliografia complementar**

(consultada para determinação do método de indução de lesões artificiais de cárie)

CLARKSON, B. H.; WEFEL, J. S.; MILLER, I. A model for producing caries-like lesions in enamel and dentin using oral bacteria *in vitro*. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 63, n. 10, p. 1186-1189, Oct. 1984.

GILMOUR, A. S.; EDMUNDS, D. H.; NEWCOMBE, R. G. Prevalence and depth of artificial caries – like lesions adjacent to cavities prepared in roots and restored with a glass ionomer or a dentin – bonded composite material. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 76, n. 12, p. 1854 – 1861, Dec. 1997.

GROSSMAN, E. S.; MATEJKA, J. M. Effect of restorative materials and *in vitro* carious challenge on amalgam margin quality. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 76, n. 3, p. 239 – 245, Sept. 1996.

ITOTA, T. et al. Effect of two - step adhesive systems on inhibition of secondary caries around fluoride-releasing resin composite restorations in root dentine. **J. Dent.**, Bristol, v. 33, n. 2, p. 147-154, Feb. 2005.

KLEIN, U.; KANELLIS, M. J.; DRAKE, D. Effect of four anticaries agents on lesion depth progression in an *in vitro* caries model. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 21, n. 3, p. 176-180, May/ June 1999.

NAGAMINE, M. et al. Effect of resin - modified glass ionomer cements on secondary caries. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 10, n. 4, p. 173 – 178, Aug. 1997.

TORII, Y. et al. Inhibition of artificial secondary caries in root by fluoride-releasing materials. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 26, n. 1, p. 36-46, Jan./ Feb. 2001.

TORII, Y. et al. Inhibition *in vitro* of caries around amalgam restorations by bonding amalgam to tooth structure. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 14, n. 3, p. 142-148, Summer 1989.

JACQUES, P. **Adesão à dentina após remoção mecânica ou química de tecido cariado.** 2005. 160f. Tese. (Doutorado em Ciências Odontológicas - Área: Odontopediatria) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2005.

#### RESUMO:

A influência de diferentes métodos de remoção da dentina artificialmente cariada sobre a resistência de união de um sistema adesivo convencional simplificado e de um autocondicionante foi avaliada por meio de ensaio mecânico de microtração. Trinta e dois terceiros molares humanos foram aleatoriamente distribuídos em 8 grupos experimentais, de acordo com o tipo de material (sistema adesivo) e o substrato dentinário. O grupo controle para cada sistema adesivo foi representado por sua aplicação sobre a dentina hígida. Foram avaliados os sistemas adesivos Adper Single Bond (SB) e Clearfil SE Bond (CSE), e quatro tipos de substrato dentinário: a) hígido e afetado por cárie após diferentes métodos de remoção de tecido infectado, b) método mecânico manual; c) método mecânico rotatório; e d) método químico-mecânico representado pelo Carisolv™. Superfícies planas de dentina foram submetidas ao desenvolvimento artificial de cárie pela exposição a *Streptococcus mutans*. Os sistemas adesivos foram aplicados sobre a superfície dentinária resultante após a utilização dos diferentes métodos para remoção da cárie artificial ou sobre a dentina hígida, recebendo em seguida restauração de resina composta Z250. Os dentes restaurados foram mantidos por 24 horas à 37° C, seccionados em forma de “palitos”, com área de superfície aderida medindo aproximadamente 0,49mm<sup>2</sup> e submetidos ao ensaio

mecânico de microtração. Quando os sistemas adesivos foram aplicados em dentina hígida, ambos resultaram em resistência de união não diferente entre si e superior à observada para os grupos onde tinham sido aplicados em dentina cariada, independente do método de remoção de tecido cariado utilizado. Para CSE, a remoção com cureta resultou nos menores valores de resistência de união, estatisticamente inferior aos demais grupos onde foi utilizado. A resistência de união do sistema SB não foi influenciada pelo método de remoção da dentina cariada. A maioria dos espécimes apresentou fratura adesiva (82,4%). Foi concluído que a resistência de união dos sistemas testados foi inferior na dentina afetada por cárie, sendo que o método de remoção do tecido cariado afetou negativamente o desempenho adesivo do sistema autocondicionante, quando esse foi realizado com curetas.

Palavras-chave: Resistência à tração; dentina; cárie dentária; camada de esfregaço; sistema adesivo.

JACQUES, P. **Adhesion to dentin after mechanical or chemical removal of carious tissue.** 2005. 160 f. Tese. (Doutorado em Ciências Odontológicas – Área de Odontopediatria) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2005.

**ABSTRACT:**

The purpose of this investigation was to evaluate the influence of different removal methods of artificially carious dentin on the bond strength of a one-step etch and rinse and a two-step self-etching primer bonding agent to caries-affected dentin. Thirty-two human third molars were randomly distributed into 8 groups, according to the bonding agent and the dentin substrates. The control group was represented by the application of the bonding agents to sound dentin. The bonding agents evaluated were, Adper Single Bond (SB) and Clearfil SE Bond (CSE) and the dentin substrates were: a) sound dentin; b) dentin resulting from hand excavation, c) bur excavation and d) Carisolv™ gel excavation of the carious tissue. Flat dentin surfaces were submitted to an *in vitro* cariogenic bacterial model to create caries-like lesions. After caries removal, the bonding agents were applied on the caries-affected dentin according to the manufacturers' directions. Composite build-ups were constructed and the teeth were stored in water at 37°C for 24 hrs. Then they were sectioned in the x-y directions to produce beams with a cross-sectional area of 0.49 mm<sup>2</sup>. The specimens were subjected to the microtensile test at a cross-head speed of 0.5 mm/min until failure. For both dentin bonding agents, the highest bond strength was produced in sound dentin when compared to caries-

affected dentin, irrespective of the method of caries removal. For CSE, caries removal using spoon excavators produced the lowest bond strengths ( $p < 0.05$ ) while the adhesive performance of SB was not affected by the caries removal method, although a trend towards lower values was observed when Carisolv was used. For all groups, the predominant mode of failure was adhesive. In conclusion, for both dentin bonding agents evaluated, bond strength to caries-affected dentin was significantly lower than to sound dentin. Caries removal using spoon excavators was detrimental for the two-step self-etching bonding agent.

**KEYWORDS:** Tensile bond strength; dentin; smear layer; tooth decay; bonding agent.