

GILBERTO MÜLLER ARCARI

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO SOB TESTE DE
MICROTRAÇÃO DE UMA RESINA COMPOSTA DE
NANOPARTÍCULAS À DENTINA HUMANA APÓS TRATAMENTO
CLAREADOR INTERNO**

Florianópolis
2005

GILBERTO MÜLLER ARCARI

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO SOB TESTE DE
MICROTRAÇÃO DE UMA RESINA COMPOSTA DE
NANOPARTÍCULAS À DENTINA HUMANA APÓS TRATAMENTO
CLAREADOR INTERNO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Doutor em Odontologia, área de concentração: Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Élito Araújo
Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri

Florianópolis
2005

GILBERTO MÜLLER ARCARI

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO SOB TESTE DE
MICROTRAÇÃO DE UMA RESINA COMPOSTA DE
NANOPARTÍCULAS À DENTINA HUMANA APÓS TRATAMENTO
CLAREADOR INTERNO**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Odontologia –
Opção Dentística e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em
Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 29 de julho de 2005

Prof. Dr. Ricardo de Souza Vieira
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da
Universidade Federal de Santa Catarina

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Élito Araújo
Orientador – UFSC

Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri
Co-orientador – UFSC

Prof. Dr. Luiz Clóvis Cardoso Vieira
Membro

Prof. Dr. Narciso Garone Neto
Membro

Prof. Dr. Camillo Anauate Netto
Membro

*Aos meus pais, **GISELLA MÜLLER ARCARI** e **MOACIR JOSÉ ARCARI**, pelos seus ensinamentos de Educação, Perseverança, Honestidade e por toda a dedicação que tiveram comigo em todos os momentos de minha vida.*

*À minha esposa **PATRÍCIA**, e minhas filhas **LETÍCIA** e **EDUARDA**, por terem me estimulado nos momentos mais difíceis desta caminhada, me dando força, paciência e energia para superá-la.*

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador, professor **Dr. ÉLITO ARAÚJO**, pelo seu carinho, preocupação, exemplo de organização, de honestidade e pela confiança depositada em meu trabalho.

Ao meu co-orientador, professor **Dr. LUIZ NARCISO BARATIERI**, por todas as oportunidades, incentivos, ensinamentos, dedicação à profissão e competência para liderar.

Ao professor **Dr. LUIZ CLÓVIS CARDOSO VIEIRA**, por sua honestidade e sinceridade, além da grande amizade.

Ao professor **Dr. SYLVIO MONTEIRO JR.**, pelos constantes ensinamentos profissionais, didáticos, de vida e excepcional convívio nos cursos de especialização.

Ao professor **Dr. MAURO AMARAL CALDEIRA DE ANDRADA**, por ter me disponibilizado todo o material necessário durante a fase experimental desta pesquisa.

Ao professor **Dr. GUILHERME CARPENA LOPES**, meu colega de mestrado e doutorado, pela sua amizade e estímulo para a realização desta pesquisa, não poupando esforços na busca de novos artigos e informações.

Ao grande amigo **FÁBIO ANDRETTI**, pela valorosa ajuda na Isomet, ensinamentos religiosos e excepcional ambiente de trabalho.

Ao professor **Dr. SAULO GERALDELI**, pelos seus ensinamentos durante a microscopia eletrônica de varredura dos espécimes fraturados desta pesquisa.

Ao professor **Dr. SÉRGIO FERNANDO TORRES DE FREITAS**, pela sua grande competência e análise estatística.

Ao estatístico **CAIO SENA**, pela qualidade dos serviços prestados.

A **CLEUNISSE RAUEN DE LUCA CANTO**, pela sua incansável dedicação durante a formatação desta tese.

Ao **GIOVANNI SECCO**, por toda a sua competência e dedicação durante a revisão do português.

À operadora do microscópio eletrônico de varredura **MISLEINE DE CASTRO**, pelo carinho e ajuda na obtenção das fotomicrografias.

Ao designer gráfico **EMMANUEL FONTES**, pelo convívio, honestidade e pelo desenho esquemático da metodologia e dos modos de fratura.

Ao torneiro mecânico **JOAQUIM DUTRA COELHO**, pela qualidade das peças especialmente desenvolvidas para o teste de microtração.

À bibliotecária **VERA INGRID SOVERNIGO**, pelo auxílio na obtenção do material literário e revisão das referências.

Aos meus colegas de Pós-Graduação **MIRIAN, EDSON, ELAINE, GUILHERME, ALFREDO, CLÉO e MARCELO**.

Aos professores da disciplina de Clínica Integrada, **ELMO BITTENCOURT, ÂNGELA TANCREDO MUSSI, NELSON MAKOWIECKY e GLÁUCIA SANTOS ZIMMERMANN**.

Aos funcionários das Disciplinas de Dentística, **MARILÉA T. DE SOUZA e RICHARD WASHINGTON SILVA**, e da Clínica Integrada, **TALITA CALDEIRA DE SENA**.

AGRADECIMENTOS

À **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**, por ter me disponibilizado os laboratórios do Departamento de Estomatologia e Engenharia Mecânica, além da Biblioteca Setorial.

Ao **CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA** – Área de Concentração em Dentística, meu agradecimento pela grande oportunidade.

Aos professores **Dr. RICARDO DE SOUZA VIEIRA** e **Dr. MAURO AMARAL CALDEIRA DE ANDRADA**, Coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia durante o período deste curso, não poupando esforços em suas administrações.

Ao professor **Dr. IVAN GILSÉE REGIS FILHO**, pela sua incansável dedicação na chefia do Departamento de Estomatologia do Centro de Ciências da Saúde da UFSC.

Ao **CNPQ** e à **CAPES**, pelo apoio para a realização dos cursos de Pós-Graduação no Brasil e, em especial, pelo auxílio ao nosso programa.

Aos funcionários da **COORDENADORIA DA PÓS-GRADUAÇÃO**, pela presteza apresentada.

A todos que, direta ou indiretamente, me auxiliaram no desenvolvimento desta pesquisa, tornando-a possível de ser realizada.

“Nosso dever na vida não é passar à frente dos outros, mas ir adiante de nós mesmos – quebrar nossos próprios recordes, superar nossos ontens com o hoje, fazer nosso trabalho com mais força do que nunca”.

Stewart Johnson

ARCARI, Gilberto Müller. **Avaliação da resistência de união sob teste de microtração de uma resina composta de nanopartículas à dentina humana após tratamento clareador interno**. 2005. 200f. Tese (Doutorado em Odontologia – opção: Dentística) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RESUMO

Este estudo, *in vitro*, teve como objetivo avaliar a resistência de união sob teste de microtração de uma resina composta de nanopartículas à dentina humana, após clareamento interno com peróxido de hidrogênio associado a perborato de sódio, ou peróxido de carbamida, ou peróxido de hidrogênio, realizado pela técnica do clareamento mediato e por um período de tratamento de 21 dias, com diferentes tempos de espera para a realização do tratamento restaurador, seguido da análise do tipo de fratura em microscópio eletrônico de varredura (MEV). Pré-molares humanos superiores extraídos foram preparados na superfície oclusal, com profundidade média em dentina, com o objetivo de simular a câmara pulpar. Após o preparo, os dentes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos: Grupo Controle (não clareado) (n=9); Grupo Experimental 1 (clareado com pasta de perborato de sódio e peróxido de hidrogênio a 30%) (n=9); Grupo Experimental 2 (clareado com gel de peróxido de hidrogênio a 35%) (n=9); e Grupo Experimental 3 (clareado com gel de peróxido de carbamida a 37%) (n=9). Cada grupo foi dividido também aleatoriamente em três subgrupos: dentes restaurados imediatamente após o término do tratamento clareador (n=3); dentes restaurados 7 dias após o término do tratamento clareador (n=3); e dentes restaurados 14 dias após o término do tratamento clareador (n=3). Após 24h da realização da restauração definitiva, os dentes foram seccionados 4mm abaixo da junção cimento/esmalte e a coroa dental submetida a cortes seriais para a obtenção das amostras (filetes) para o teste de microtração com área de secção transversa de 0,9mm². Os filetes foram individualmente colados a um dispositivo especial de microtração (dispositivo de Geraldeli) e adaptados a uma máquina de ensaios universal (Instron, modelo 4444, Instron Corp., Canton, Mass., EUA). O teste de tração foi realizado até a obtenção da fratura e cada espécime foi analisado ao microscópio eletrônico de varredura (Philips XL-30, Philips Electric Corp.). Para o tratamento estatístico dos dados e com o objetivo de verificar possíveis diferenças entre os grupos, foi empregada análise de variância de dois critérios (Anova 2) (p=0,05). Os valores demonstraram que não houve diferença estatística significativa entre os agentes clareadores utilizados em relação a qualquer um dos tempos de espera para a realização da restauração definitiva.

Palavras-chave: Clareamento de dente. Microscopia eletrônica de varredura. Resistência à tração. Dentística operatória.

ARCARI, Gilberto Müller. **Avaliação da resistência de união sob teste de microtração de uma resina composta de nanopartículas à dentina humana após tratamento clareador interno.** 2005. 200f. Tese (Doutorado em Odontologia – opção: Dentística) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ABSTRACT

This in vitro study was aimed to evaluate the microtensile bond strength and the type of failure under SEM of a nanofilled composite resin to human dentin after nonvital bleaching using hydrogen peroxide associated with sodium perborate, or carbamide peroxide, or hydrogen peroxide, for 21 days, with different time intervals for restoration. Extracted human maxillary bicuspids were prepared in the occlusal surface, at middle dentin depth in order to simulate the pulp chamber. After preparation, the teeth were randomly ascribed to 4 groups: Control (no bleaching) (n=9); Group 1 (bleaching with sodium perborate + 30% hydrogen peroxide) (n=9); Group 2 (bleaching with 35% hydrogen peroxide gel) (n=9), and Group 3 (bleaching with 37% carbamide peroxide gel) (n=9). Each group was divided randomly in three subgroups: teeth restored immediately after conclusion of the bleaching treatment (n=3); teeth restored 7 days after conclusion of the bleaching treatment (n=3), and teeth restored 14 days after conclusion of the bleaching treatment (n=3). After 24 hours, the teeth were sectioned 4mm below the cement-enamel junction and the crowns were serially sectioned in two perpendicular directions in order to obtain sticks with 0.9 mm² cross-sectional area. The sticks were attached to a specially designed microtensile strength device (Geraldeli's device) and secured to a universal testing machine (Instron, 4444 model, Instron Corp., Canton, Mass., USA). The tensile test was performed until fracture and each specimen was analyzed under SEM (Philips XL-30, Philips Electric Corp., Eindhoven, The Netherlands). Two-way Anova was used for investigate differences between groups (p=0.05). The values showed that there were no statistically significant differences between bleaching agents used for all time intervals for restoration.

Key-words: Dental bleaching. Scanning electron microscopy. Tensile strength. Operative dentistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pré-molares humanos superiores extraídos e limpos, utilizados na pesquisa.	105
Figura 2 – Inclusão da porção radicular do pré-molar em cera utilidade e cilindro de plástico.....	106
Figura 3 – Execução do preparo cavitário com a ponta diamantada nº 3131. Note a profundidade média do preparo em dentina.	107
Figura 4 – Vista oclusal do preparo cavitário. Note a extensão no sentido mesial, distal, vestibular e palatal.	107
Figura 5 – Execução do acabamento das paredes do preparo cavitário com a ponta diamantada nº 3131 F.	108
Figura 6 – Execução do acabamento das paredes do preparo cavitário com a ponta diamantada nº 3131 FF.	108
Figura 7 – Condicionamento ácido do preparo cavitário com ácido fosfórico a 35%, previamente à realização da restauração definitiva.	112
Figura 8 – Aplicação do sistema adesivo às superfícies de esmalte e dentina do preparo cavitário.	112
Figura 9 – Fotoativação do sistema adesivo.	113
Figura 10 – Restauração do dente previamente à inserção do último incremento oclusal de resina composta.	113
Figura 11 – Restauração do dente após a polimerização do incremento final de resina composta.	113
Figura 12 – Curativo de demora com pasta de hidróxido de cálcio e água destilada inserido no preparo cavitário.	114
Figura 13 – Preparo cavitário com curativo de demora de hidróxido de cálcio, recoberto com restauração provisória de resina composta.	114

Figura 14 – Curativo de demora com pasta de perborato de sódio e peróxido de hidrogênio a 35% inserido no preparo cavitário dos dentes do Grupo Experimental E1.....	115
Figura 15 – Realização da restauração provisória de resina composta após aplicação da pasta clareadora.	115
Figura 16 – Remoção da restauração provisória de resina composta com a ponta diamantada esférica nº 1012.	116
Figura 17 – Apresentação comercial do gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence Endo, Ultradent Products Inc.).....	118
Figura 18 – Inserção do gel de peróxido de hidrogênio a 35%, com auxílio do dispositivo de aplicação fornecido pelo fabricante.	118
Figura 19 – Curativo de demora com gel de peróxido de hidrogênio a 35% inserido no preparo cavitário dos dentes do Grupo Experimental E2.	118
Figura 20 – Apresentação comercial do gel de peróxido de carbamida a 37% (Whiteness Super Endo, FGM Produtos Odontológicos).....	120
Figura 21 – Inserção do gel de peróxido de carbamida a 37% com o auxílio do dispositivo de aplicação fornecido pelo fabricante do clareador.	120
Figura 22 – Curativo de demora com gel de peróxido de carbamida a 37% inserido no preparo cavitário dos dentes do Grupo Experimental E3.	120
Figura 23 – Remoção do dente do interior do cilindro de plástico após restauração definitiva com resina composta.	121
Figura 24 – Vista látero-superior do dispositivo de localização para corte de dentes utilizado na pesquisa.....	122
Figura 25 – Vista inferior do dispositivo de localização para corte de dentes utilizado na pesquisa.	122
Figura 26 – Vista superior do dispositivo de localização para corte de dentes com detalhe para a área em baixo relevo.	122
Figura 27 – Demonstração da fixação do dispositivo de localização para corte de dentes paralelamente ao disco de corte.....	122
Figura 28 – Demonstração da fixação do dispositivo de localização para corte de dentes com a face superior perpendicular ao disco de corte.....	123
Figura 29 – Dente fixado com cera pegajosa, paralelo à maior dimensão da área em baixo relevo. Note a demarcação com caneta hidrocor 4mm abaixo do limite amelocementário. ...	124

Figura 30 – Execução de corte perpendicular ao longo eixo do dente sobre a área demarcada. Note que o corte foi realizado sob constante irrigação.	124
Figura 31 – Esvaziamento da câmara pulpar após seccionamento da raiz.	125
Figura 32 – Condicionamento por via apical da câmara pulpar com ácido fosfórico a 35%.	125
Figura 33 – Aplicação do sistema adesivo no interior da câmara pulpar com auxílio de aplicador descartável.	125
Figura 34 – Fotoativação do sistema adesivo aplicado no interior da câmara pulpar.	125
Figura 35 – Inserção de incremento de resina composta no interior da câmara pulpar.	126
Figura 36 – Câmara pulpar restaurada com resina composta.	126
Figura 37 – Fixação com cera pegajosa da coroa dental com a face de corte da raiz voltada para o dispositivo. Note o posicionamento à direita da coroa na área em baixo relevo.	126
Figura 38 – Posicionamento da coroa com a face vestibular voltada para o disco de corte.	128
Figura 39 – Visualização do momento em que o mostrador de posicionamento da máquina de cortes foi zerado.	128
Figura 40 – Posicionamento da coroa com a face palatal voltada para o disco de corte.	128
Figura 41 – Execução dos cortes iniciais no sentido méso-distal para eliminação das faces vestibular e palatal.	128
Figura 42 – Posicionamento da coroa com a face mesial voltada para o disco de corte.	129
Figura 43 – Posicionamento da coroa com a face distal voltada para o disco de corte.	129
Figura 44 – Visualização dos cortes executados no sentido vestibulopalatal para eliminação das faces mesial e distal.	129
Figura 45 – Visualização dos cortes seqüenciais executados no sentido vestibulopalatal. Note que foram obtidas três fatias no sentido méso-distal na porção central da coroa.	129
Figura 46 – Cortes seqüenciais executados no sentido méso-distal. Note que foram obtidas três fatias no sentido vestibulopalatal na porção central da coroa.	129
Figura 47 – Filetes de resina composta e dentina obtidos de pré-molar superior.	130
Figura 48 – Mensuração do filete de resina composta e dentina, na região de interface, com paquímetro eletrônico digital (modelo 727, Starrett)	130
Figura 49 – Filetes de resina composta (cor vermelha) e dentina (cor azul) fixados por adesivo de cianoacrilato ao dispositivo de Geraldeli para microtração.	131

Figura 50 – Adaptação do dispositivo de Geraldeli para microtração à máquina de ensaios universal (Instron, modelo 4444).	132
Figura 51 – Filete de resina composta e dentina fraturado após a aplicação da carga de tração. Note o afastamento das metades do dispositivo de Geraldeli para microtração.....	132
Figura 52 – Matriz metálica bipartida com espaço interno de 20mmx1,0mmx1,0mm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente.	134
Figura 53 – Confeção do filete padrão de resina composta na matriz metálica bipartida. ...	134
Figura 54 – Confeção do filete padrão de adesivo na matriz metálica bipartida.....	134
Figura 55 – Fotomicrografia do topo do filete de resina composta após a fratura (padrão de fratura de resina composta Filtek Supreme).	135
Figura 56 – Fotomicrografia em maior aumento do topo do filete de resina composta da FIG. 55.....	135
Figura 57 – Fotomicrografia do topo do filete de adesivo (padrão de fratura do adesivo Single Bond).....	135
Figura 58 – Fotomicrografia em maior aumento do topo do filete de adesivo da FIG. 57. ...	135
Figura 59 – Fotomicrografia do topo do filete de dentina após a fratura (padrão de fratura da dentina).	135
Figura 60 – Fotomicrografia em maior aumento do topo do filete de dentina da FIG. 59.....	135
Figura 61 – Fotomicrografia em maior aumento evidenciando camada híbrida (CH), adesivo (A) e resina composta (RC).....	136
Figura 62 – Fotomicrografia em maior aumento evidenciando resina composta (RC), adesivo (A) e camada híbrida (CH)	136
Figura 63 – Fotomicrografia em maior aumento evidenciando camada híbrida (CH), adesivo (A) e resina composta (RC).....	136
Figura 64 – Fotomicrografia em maior aumento evidenciando resina composta (RC), adesivo (A) e camada híbrida (CH).....	136
Figura 65 – Diagrama esquemático representativo dos modos de falha, modificado a partir da classificação de Hashimoto et al. (2002).	137
Figura 66 – Esquema representativo das fases experimentais.....	138
Figura 67 – Médias (MPa) da resistência de união à microtração dos Grupos Controle, Experimental 1, Experimental 2 e Experimental 3.....	144

Figura 68 – Gráfico da dispersão (<i>Box-plot</i>) dos resultados para os Grupos Controle e Experimentais.....	145
Figura 69 – Gráfico da dispersão (<i>Box-plot</i>) dos resultados para os Subgrupos R0.....	146
Figura 70 - Gráfico da dispersão (<i>Box-plot</i>) dos resultados para os Subgrupos R7.	147
Figura 71 - Gráficos da dispersão (<i>Box-plot</i>) dos resultados para os Subgrupos R14.....	148
Figura 72– Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC) e fratura coesiva no adesivo (A).	151
Figura 73 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC), coesiva no adesivo (A) e coesiva na camada híbrida (CH).....	151
Figura 74 – Fotomicrografia em maior aumento da FIG. 72, evidenciando fratura junto à resina composta (RC), adesivo (A) e camada híbrida (CH).....	152
Figura 75 – Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na camada híbrida (CH), coesiva na resina composta (RC) e coesiva no adesivo (A).....	152
Figura 76 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva no adesivo (A), coesiva na camada híbrida (CH) e coesiva na resina composta (RC).....	153
Figura 77 – Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na camada híbrida (CH), coesiva no adesivo (A) e coesiva na resina composta (RC).....	153
Figura 78 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na camada híbrida (CH), coesiva no adesivo (A) e coesiva na resina composta (RC).....	154
Figura 79 – Fotomicrografia em maior aumento da FIG. 78, evidenciando fratura junto à resina composta (RC), adesivo (A) e camada híbrida (CH).....	154
Figura 80 - Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC), coesiva no adesivo (A) e coesiva na camada híbrida (CH).....	155
Figura 95 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) removida do experimento após a constatação de fratura totalmente coesiva na resina composta.	198
Figura 96 – Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) removida do experimento após a constatação de fratura totalmente coesiva na resina composta.	198

Figura 97 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) removida do experimento após a constatação de escoamento de cola para a zona de interface (setas).....	199
Figura 98- Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) removida do experimento após a constatação de escoamento de cola para a zona de interface (setas).....	199
Figura 99 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) removida do experimento após a constatação de esmalte remanescente (setas).	200
Figura 100– Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) removida do experimento após a constatação de esmalte remanescente (setas).	200

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

A	-	fratura coesiva no adesivo
C	-	controle
°C	-	graus Celsius
CH	-	fratura coesiva na camada híbrida
E1	-	experimental 1
E2	-	experimental 2
E3	-	experimental 3
kgF/cm ²	-	quilograma-força por centímetro quadrado
kN	-	quilonewton
kV	-	quilovolt
LEDs	-	light emitting diodes
MPa	-	megapascal
MEV	-	microscópio eletrônico de varredura
mW/cm ²	-	miliwatt por centímetro quadrado
PC	-	peróxido de carbamida
PH	-	peróxido de hidrogênio
PS	-	perborato de sódio
RC	-	fratura coesiva na resina composta
R0	-	restaurado imediatamente
R7	-	restaurado sete dias após
R14	-	restaurado quatorze dias após
r.p.m.	-	rotação por minuto
µm	-	micrometro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1	ADESÃO DENTAL	23
2.2	TESTE DE MICROTRAÇÃO	54
2.3	CLAREAMENTO DENTAL E ADESÃO À DENTINA.....	73
3	PROPOSIÇÃO	102
4	MATERIAL E MÉTODOS	103
4.1	SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES	103
4.1.1	Seleção dos pacientes	103
4.1.2	Seleção, limpeza e armazenamento dos dentes	104
4.1.3	Preparo dos dentes	105
4.1.4	Preparo cavitário	106
4.1.5	Divisão dos grupos	108
4.2	TRATAMENTOS CLAREADOR E RESTAURADOR.....	110
4.2.1	Grupo Controle.....	110
4.2.2	Grupo Experimental E1	114
4.2.3	Grupo Experimental E2.....	117
4.2.4	Grupo Experimental E3.....	119
4.3	TESTE DE MICROTRAÇÃO	121
4.3.1	Preparo das amostras para o teste de microtração	121
4.3.2	Preenchimento da câmara pulpar.....	123
4.3.3	Obtenção das amostras (filetes) para o teste de microtração	126
4.3.4	Avaliação e mensuração das amostras para o teste de microtração.....	130
4.3.5	Teste de resistência de união por microtração.....	131
4.4	ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA EM MEV	133
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	139
5	RESULTADOS	140
5.1	RESISTÊNCIA DE UNIÃO À MICROTRAÇÃO	140
5.2	TIPO DE FRATURA	150
6	DISCUSSÃO	163
7	CONCLUSÃO.....	176

REFERÊNCIAS	177
ANEXOS	185
ANEXO A.....	186
ANEXO B.....	187
ANEXO C.....	191
ANEXO D.....	192
APÊNDICES.....	193
APÊNDICE A	194
APÊNDICE B.....	198
APÊNDICE C	199
APÊNDICE D	200

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a estética pessoal tem sido uma constante nos dias atuais. A valorização do corpo ocorre por meio das mais variadas práticas e artifícios, independentemente de etnia, sexo ou idade.

Nesse contexto, a alteração da coloração dental de origem endodôntica é um dos problemas estéticos mais contundentes. As fortes pressões sociais e psicológicas dos pacientes portadores de alteração de cor fazem profissionais e laboratórios buscar incessantemente a resolução dessa problemática (SHINOARA et al., 2004). Entre as soluções disponíveis hoje, o clareamento é a alternativa mais conservadora e econômica para melhorar a aparência de dentes não vitais (TOKO; HISAMITSU, 1993; BARATIERI et al., 1995), mesmo que isso implique, na grande maioria dos casos, a substituição das restaurações existentes para a obtenção de coloração adequada.

As alterações podem ser classificadas em extrínsecas e intrínsecas; as intrínsecas podem ser divididas em congênitas e adquiridas (DE DEUS, 1992). Frequentemente, a descoloração dentária intrínseca de origem endodôntica é consequência de trauma ou de hemorragia após a remoção pulpar (ALBERS, 1991; FEINMAM; MADRAY; YARBOROUGH, 1991). Com o rompimento dos vasos sanguíneos, as hemácias penetram nos túbulos dentinários, sofrem hemólise e liberam hemoglobina, que se degrada em ferro e se combina com o sulfeto de hidrogênio para formar o sulfeto de ferro, responsável pela

impregnação escura do dente. Outros fatores também contribuem para esse processo de escurecimento, como a degradação tecidual devido à necrose e problemas de causa iatrogênica, tais como a abertura coronária demasiadamente conservadora ou o uso de certos materiais obturadores à base de óxido de zinco e eugenol deixados na câmara pulpar por longos períodos (BOKSMAN; JORDAN; SKINNER, 1983; VAN DER BURGT; PLASSCHAERT, 1986). No entanto, segundo Grossman (1983), de todos os dentes tratados endodonticamente, apenas 10% sofrem algum tipo de alteração de cor e, destes, 70% a 80% respondem satisfatoriamente ao tratamento clareador.

A despeito do resultado satisfatório obtido com o clareamento de dentes endodonticamente tratados, alguns trabalhos questionam sobre os efeitos adversos desse tratamento. A diminuição da resistência à fratura do dente clareado (FRANCISCHONE, 1986), a reabsorção externa após clareamento (CVER; LINDVALL, 1985; HELLER; SKRIBER; LIN, 1992), a recidiva do manchamento (FRANCISCHONE et al., 1990) e a diminuição de adesão dos materiais restauradores ao dente clareado (TRONSTAD et al., 1980; TITLEY et al., 1993; PERDIGÃO et al., 1998; SPYRIDES et al., 2000; ELKHATIB et al., 2003) estão entre esses possíveis efeitos adversos.

A maioria dos autores tem sugerido que a redução da resistência de união da resina composta ao esmalte e à dentina clareada pode ser decorrente do oxigênio residual proveniente dos produtos à base de peróxido de hidrogênio, que inibe a polimerização dos sistemas adesivos (TITLEY et al., 1988; PERDIGÃO et al., 1998). Conseqüentemente, a resistência de união pode ser melhorada quando, após o clareamento, é postergada a execução da restauração definitiva para que haja a liberação de oxigênio (DEMARCO et al., 1998).

Tradicionalmente, a análise da resistência de união dos sistemas adesivos tem sido avaliada por diferentes métodos de teste, incluindo a resistência ao cisalhamento, a resistência

por tração convencional, microinfiltração e a medição do tamanho das fendas de contração (ARMSTRON; BOYER; KELLER, 1998). No entanto, a reprodução dos resultados entre os diversos laboratórios mostrou-se limitada devido ao grande número de variáveis envolvidas e à natureza heterogênea da dentina (CARVALHO et al., 1994).

Recentemente, um teste de microtração foi desenvolvido (SANO et al., 1994a) para avaliar a resistência de união adesiva. Pashley et al. (1995) alegaram inúmeras vantagens para essa metodologia, entre as quais a ocorrência de um maior número de falhas adesivas em relação às coesivas. Idealmente, para que ocorra a determinação exata da resistência de união entre dois substratos, dever-se-ia utilizar um teste que apenas reproduzisse falha interfacial (KINLOCH, 1987).

O objetivo deste estudo é avaliar a resistência de união sob teste de microtração e analisar o tipo de fratura em microscópio eletrônico de varredura (MEV) de uma resina composta de nanopartículas à dentina humana, após clareamento interno não vital com diferentes agentes clareadores e tempos de espera para a realização da restauração definitiva.

2 REVISÃO DA LITERATURA¹

2.1 ADESÃO DENTAL

Feilzer; De Gee; Davidson (1987) investigaram a influência da configuração cavitária sobre o estresse de contração de polimerização de duas resinas compostas (Silar/3M Co., St. Paul MN; e P10/3M Co., St. Paul, MN) e correlacionaram-nas com a preservação adesiva. Mostraram que, para diversas situações clínicas, existe uma relação entre superfícies aderidas e não aderidas (livres) que determina um fator de configuração (Fator C) máximo igual a 5. Exemplos clínicos para essa configuração são as restaurações Classe I e Classe V (profundas). Segundo os autores, a maioria das restaurações clínicas possui Fator C de aproximadamente 1 a 2 (restaurações Classe II e Classe III). As restaurações clínicas que apresentam o menor fator de configuração (Fator $C \leq 1$) são as restaurações do tipo Classe IV ou aquelas de superfície plana ou levemente curvada (faceta ou Classe V). O relaxamento da tensão de contração de polimerização ocorre pelo escoamento do compósito devido à existência de superfície não aderida (livre). Nesse estudo, mesmo nas cavidades com baixo Fator C (entre 1 e 2), seja com o uso de Silar ou de P10, houve presença de algumas falhas adesivas. Para os

¹ Baseada na NBR 10520: 2002 da ABNT.

valores C maiores que 2, todas as amostras, tanto em Silar como em P10, apresentaram falhas na linha de união.

Titley et al. (1988) realizaram um estudo *in vitro* que comparou a resistência de união adesiva entre o esmalte clareado e o não clareado de dentes bovinos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos: grupo I (experimental), dentes clareados com peróxido de hidrogênio a 35% durante 1h; grupo II (controle), imersos em solução de cloreto de sódio a 0,9% durante 1h; grupo III (experimental), condicionados previamente com ácido fosfórico a 37% e clareados com peróxido de hidrogênio a 35% por 1h; e grupo IV (controle), condicionados com ácido fosfórico a 37% e imersos em solução de cloreto de sódio a 0,9% durante 1h. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 1 e 7 dias previamente aos testes de tração e cisalhamento. Todos os dentes foram submetidos ao procedimento adesivo (Scotchbond Dual Cure Dental Adhesive, 3M) e restaurados com resina composta de micropartículas (Silux Microfil Restorative, 3M) ou com resina composta de partículas pequenas (Valux Small Particle Restorative, 3M), conforme o grupo experimental. Um dente de cada grupo foi escolhido aleatoriamente para análise em microscópio eletrônico de varredura. Concluíram que os dentes clareados com peróxido de hidrogênio a 35% causaram redução significativa na resistência de união adesiva com o esmalte. Essa redução foi independente do teste, do tipo de resina composta utilizada, do condicionamento ácido prévio aos agentes utilizados e do tempo decorrido entre a colocação da resina composta e o teste realizado. Sob microscópio eletrônico de varredura, os espécimes tratados com peróxido de hidrogênio a 35% foram incapazes de aderir-se corretamente à superfície do esmalte condicionado. Todavia, os autores afirmaram que não existiam, até o momento, justificativas confiáveis para a diminuição dessa resistência de união adesiva, assim como não era, ainda, possível determinar se tal diminuição afetaria o desempenho clínico das restaurações.

Titley; Tomeck; Smith (1988) avaliaram *in vitro* o efeito da aplicação de uma solução de peróxido de hidrogênio a 35% sobre a morfologia superficial do esmalte dental humano. Foram realizadas secções de 3mm de espessura no terço médio da coroa de pré-molares humanos recentemente extraídos por motivos ortodônticos. Cada secção foi dividida em quatro pedaços, sendo os pedaços vestibulares e linguais pareados entre si. As secções pareadas foram imersas aleatoriamente em solução salina ou de peróxido de hidrogênio a 35% por períodos de 1min, 3min, 5min, 10min, 20min, 30min e 60min. Algumas secções foram previamente condicionadas com ácido fosfórico a 37% durante 60s e posteriormente submetidas à ação do peróxido de hidrogênio a 35% ou da solução salina. Outras secções foram submetidas à ação do ácido fosfórico somente após a aplicação do peróxido de hidrogênio a 35% ou da solução salina. Os autores demonstraram que a imersão prolongada do esmalte dental em uma solução de peróxido de hidrogênio a 35% aumentou a porosidade superficial do esmalte, assim como desenvolveu o aparecimento de um precipitado superficial. O esmalte ácido condicionado e imerso em peróxido de hidrogênio a 35% apresentou maiores alterações que o esmalte apenas submetido à solução clareadora e posteriormente condicionado. Os espécimes do grupo controle não condicionado não apresentaram esses efeitos. Uma exposição bastante prolongada de peróxido de hidrogênio a 35% (60min) determinou a formação de uma porosidade menos aparente devido ao aumento acentuado do precipitado superficial. O condicionamento ácido do esmalte após o clareamento parece remover bastante o precipitado, mas deixa a superfície do esmalte mais porosa que a do esmalte não condicionado. Os autores especularam sobre quais seriam os efeitos da presença do precipitado ou da porosidade sobre a resistência de união adesiva ao esmalte. A porosidade incrementaria a resistência de união ou o precipitado prejudicaria essa união enfraquecendo-a?

Kalili et al. (1991) realizaram estudo *in vitro*, sob teste de cisalhamento, que teve como objetivo avaliar o efeito dos agentes clareadores sobre a abrasão ao esmalte provocada pela escovação dental e a resistência de união ao esmalte. Para a realização do teste de união, os dentes foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos de dez dentes cada: grupo 1 (peróxido de hidrogênio a 2%, 5% ou 10%); grupo 2 (peróxido de carbamida a 10%); grupo 3 (peróxido de hidrogênio a 6%); grupo 4 (controle, não clareado). Todos os dentes foram clareados durante 6h, e após este período cada dente teve a sua face vestibular condicionada e aderida a um sistema adesivo dual contendo álcool e restaurada com uma resina composta de micropartículas com alto conteúdo de carga. Os espécimes foram armazenados por duas semanas antes de serem submetidos ao teste de cisalhamento. Concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa na resistência de união entre o esmalte não clareado e o esmalte submetido a quaisquer dos agentes clareadores utilizados. Nesse estudo, o sistema adesivo contendo álcool pode ter interagido com o oxigênio, minimizando seus efeitos inibitórios em relação à polimerização dos compósitos. Comentaram que outros estudos avaliando a composição do sistema adesivo utilizado, assim como o efeito da variação do intervalo de tempo entre a finalização do tratamento clareador e a aplicação do sistema adesivo, fazem-se necessários.

Perinka; Sano; Hosoda (1992) realizaram um estudo *in vitro* que investigou a relação entre três características da dentina (espessura, dureza e concentração de cálcio) e a resistência de união sob teste de tração em dentina bovina, com a utilização de quatro sistemas adesivos dentinários (três comerciais e um experimental). Após o armazenamento em água por 24h a 37°C, a resistência de união adesiva foi determinada e os espécimes foram examinados visualmente para determinar os modos de fratura. Para investigar mais detalhadamente os modos de falha, dois espécimes de cada grupo foram selecionados aleatoriamente para exame em MEV. Os resultados demonstraram que nenhuma correlação

significativa ocorreu entre a concentração de cálcio e a espessura dentinária remanescente. Admitiram que a quantidade de colágeno influencia muito mais na adesão do que a quantidade de íons cálcio. A resistência de união média dos materiais comerciais variou de $2,5\text{MPa} \pm 0,9\text{MPa}$ até $7,7\text{MPa} \pm 2,8\text{MPa}$. As correlações com a concentração de íons cálcio e a espessura remanescente de dentina variaram de acordo com o produto aplicado. A resistência de união do material experimental foi de $9,2\text{MPa} \pm 4,4\text{MPa}$ e foi correlacionada significativamente com a microdureza dentinária e a espessura remanescente dentinária. Com dois sistemas adesivos dentinários ocorreram muitas fraturas coesivas da dentina.

Marshall Jr. (1993) descreveu sobre a estrutura e a composição dentinária, afirmando ser este o principal substrato da dentística restauradora. Segundo o autor, a dentina pode ser considerada um compósito hidratado de quatro elementos: (a) túbulos circundados por (b) uma zona peritubular altamente mineralizada, (c) matriz intertubular, que consiste em grande parte de colágeno tipo I (90%) com cristais de apatita e outras proteínas não colagenosas; e (d) fluido dentinário. Ao todo a dentina é composta de cerca de 50% em volume de mineral, 30% de matéria orgânica e 20% de fluido. Os túbulos dentinários não são lisos; possuem paredes irregulares com muitas ramificações e microcanais laterais que se comunicam entre si. Os túbulos estão freqüentemente preenchidos pelo fluido dentinário ou parcialmente pelos processos odontoblásticos. Os túbulos permitem o movimento rápido do fluido, o que está relacionado à dor e à permeabilidade. O aumento da permeabilidade é maior próximo à polpa e aos cornos pulpares devido ao maior diâmetro dos túbulos próximos à polpa. O fluxo do fluido dentinário ocorre para o exterior, haja vista a pressão pulpar positiva de aproximadamente 10mmHg. O conteúdo mineral normal dentinário encontra-se na dentina peritubular e entre os túbulos, em associação íntima com as fibrilas colágenas. Os cristais de apatita, além de serem muito menores que a apatita encontrada no esmalte (hidroxiapatita), possuem baixo conteúdo de cálcio e elevado conteúdo de carbonato, o que proporciona maior

solubilidade e potencial para substituições iônicas com o flúor. As variações morfológicas e estruturais dentinárias podem afetar de maneira negativa a resistência de união, conforme a interface se afaste da superfície em direção à polpa. O autor concluiu que qualquer alteração em nível dentinário é complexa e difícil de ser estudada, porém compreender a sua natureza é de vital importância para o melhoramento dos sistemas adesivos.

Toko e Hisamitsu (1993) compararam *in vitro* e sob teste de cisalhamento a resistência de união à dentina clareada e à não clareada. Cem espécimes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: controle (não clareado); e clareado (mistura de pó de perborato de sódio e solução de peróxido de hidrogênio a 30%). Um tubo de vidro com 4mm de diâmetro, simulando a câmara pulpar de um dente, foi preparado e a extremidade superior selada. A pasta clareadora agiu sobre a dentina desgastada e os espécimes foram armazenados em 100% de umidade relativa durante 9 dias, sendo a pasta clareadora substituída a cada 3 dias. Após os 9 dias de clareamento, os espécimes clareados e não clareados foram subdivididos também de forma aleatória em cinco grupos com dez dentes em cada grupo, tendo cada subgrupo a resina composta aderida por um sistema adesivo diferente. Finalmente, para todos os espécimes, resina composta fotopolimerizável foi inserida em dois incrementos e todos os espécimes foram novamente armazenados em água corrente a 20°C durante 24h previamente à realização do teste. A resistência de união foi registrada em MPa e o valor médio para cada subgrupo foi calculado. Com exceção de um sistema adesivo experimental, não houve diferença estatística entre os adesivos testados. No entanto, os valores médios da resistência de união da resina composta aderida à dentina clareada foram menores que os da dentina não clareada submetida aos mesmos sistemas adesivos. Segundo os autores, o efeito inibidor da resistência de união à dentina clareada poderia ser atribuído à remoção do conteúdo orgânico não fibroso da dentina.

Van Meerbeek et al. (1994) compararam em lesões cervicais de origem abrasiva ou erosiva a interface formada entre um sistema adesivo (Clearfil Liner Bond System/Kuraray) e

a dentina normal ou esclerótica. Comentaram que a dentina é um substrato dinâmico, sujeito a alterações fisiológicas ou patológicas que causam alterações em sua composição e microestrutura. Como consequência, o substrato dentinário clínico pode ser bastante diferente da dentina normal não afetada (comumente utilizada em laboratório para testar adesivos dentinários) e da dentina esclerosada fisiologicamente ou esclerosada por alguma injúria externa. A esclerose dentinária resulta em obstrução dos túbulos dentinários em decorrência da aposição aumentada de dentina peritubular. A interface obtida entre um sistema adesivo e a dentina normal caracteriza-se por apresentar uma combinação de embricamento micromecânico entre as moléculas do adesivo e as fibrilas colágenas da dentina exposta, assim como a formação de *tags* de resina nos túbulos dentinários abertos. Comparativamente, em dentina esclerosada, tem-se a formação de *tags* de resina curtos ou ausentes. Além disso, nesse estudo, a largura da camada híbrida formada pelo sistema adesivo empregado e a dentina esclerótica foi significativamente menor. Justificaram afirmando que a hipermineralização induzida tornou a dentina mais resistente à desmineralização quando comparada com a dentina não esclerótica. Especularam que menores índices de retenção para as restaurações Classe V de resina composta em lesões cervicais escleróticas ocorrem devido à ausência de penetração efetiva de resina na dentina intertubular desmineralizada. Concluíram que o tratamento clínico precisa ser adaptado à dentina esclerótica mediante o aumento do tempo de aplicação do ácido ou o emprego de um ácido mais agressivo, ou ainda pela simples remoção da dentina esclerosada durante o preparo cavitário. Acrescentaram que os sistemas adesivos de condicionamento total oferecem uma perspectiva mais confiável para a adesão dental, independentemente das características do substrato dentinário.

Barghi e Godwin (1994), diante do efeito adverso do clareamento dental sobre a adesão ao esmalte provocado pelo oxigênio, realizaram um estudo *in vitro* que teve como objetivo desenvolver um método que controlasse ou reduzisse o efeito imediato do

clareamento na adesão da resina composta ao esmalte dental. Cento e quarenta molares humanos foram aplainados em nível de esmalte, distribuídos em dois grupos e submetidos a dois diferentes regimes de clareamento: caseiro (gel à base de peróxido de carbamida a 10%) e de consultório (gel à base de peróxido de carbamida a 35%). Os dois grupos de dentes clareados foram divididos em subgrupos com dez dentes e submetidos a vários tratamentos superficiais previamente à realização da adesão. A resistência de união adesiva ao esmalte dental foi avaliada por teste de cisalhamento com uma máquina de testes universal Instron. Concluíram que o efeito adverso do clareamento caseiro foi significativamente maior que o clareamento no consultório. Os autores justificaram tal fato à exposição mais prolongada do peróxido de hidrogênio ao esmalte dental, o que pode ter provocado uma penetração mais profunda do oxigênio no interior do esmalte. O pré-tratamento das superfícies clareadas com uma solução que causa deslocamento de água (álcool ou acetona), previamente à realização da adesão, reduziu significativamente o efeito adverso do clareamento sobre a adesão do compósito ao esmalte. Todavia, a resistência de união adesiva não voltou ao nível registrado para o grupo controle não clareado. O uso de um sistema adesivo à base de acetona, sem o uso de outros regimes de pré-tratamento, eliminou o efeito adverso do clareamento em consultório, mas não o do clareamento caseiro. Portanto, os resultados desse estudo demonstraram que o efeito adverso do clareamento sobre o esmalte pode ser reduzido ou eliminado com uma solução que desloque água ou com o uso de um sistema adesivo dentinário que contenha acetona.

Pashley et al. (1995), diante da grande quantidade de variáveis que podem influenciar os testes de adesão, revisaram-nas incluindo o substrato de adesão (dentina), as variáveis de condicionamento, de aplicação do primer e do adesivo, variáveis de armazenamento e de teste. Segundo esses autores, os terceiros molares não erupcionados são mais permeáveis e mais úmidos do que os dentes erupcionados. A dentina oclusal, em termos de umidade, sofre

mais variações do que as dentinas vestibular ou proximais. Quando soluções anestésicas locais contendo vasoconstritores são injetadas em pacientes, o fluxo sanguíneo pulpar é reduzido temporariamente cerca de 60%. Isso é relevante, pois o fluido dentinário, quando presente na superfície dentinária, pode diluir o primer ou ainda competir com os monômeros resinosos pelo colágeno. Na avaliação de qualquer sistema adesivo, deseja-se que a resistência de união tardia seja semelhante à inicial. Atualmente, os sistemas adesivos têm mostrado resistência de união adesiva à dentina em torno de 25MPa a 30MPa. Coincidentemente com esses altos valores, fraturas coesivas da dentina tornaram-se frequentes. Os autores discutiram sobre a verdadeira resistência da matriz dentinária desmineralizada, que é de 90MPa. Portanto, os dados sugerem que os espécimes submetidos à fratura desenvolvem distribuições de tensão anormais durante o teste, o que tem determinado o aparecimento de falhas coesivas da dentina em tensões bem abaixo de sua resistência máxima. Um método mais recente, o teste de microtração, tem sido sugerido para evitar essas discrepâncias. Esse novo método tende a produzir resistências de união mais altas do que os métodos convencionais, é dependente da área de secção transversal da interface adesiva e produz falhas essencialmente adesivas em áreas de superfície de aproximadamente 1mm^2 . A razão para o maior aumento da resistência de união deve-se ao menor número de defeitos estruturais em nível de substrato aderido. De maneira análoga, a interface adesiva pode conter bolhas de ar, rugosidades e espessuras de película não uniformes, que podem provocar distribuições de estresse não uniformes.

Sano et al. (1995), diante da falta de um perfeito selamento entre os materiais restauradores e a estrutura dental, avaliaram *in vitro* a infiltração no interior da camada híbrida formada por quatro sistemas adesivos dentinários comercialmente disponíveis na época e um sistema experimental de condicionamento total. Em terceiros molares humanos recentemente extraídos foram realizados preparos cavitários Classe V seguidos da restauração

dental pela técnica de inserção de apenas um incremento de resina composta (Silux/3M Dental Products, St. Paul, MN 55144). Os ápices foram selados e os dentes foram cobertos inteiramente com esmalte de unha, exceto a restauração dental. Os espécimes foram colocados em solução de prata, e secções de 0,5mm de espessura foram realizadas longitudinalmente pelo centro de cada uma das restaurações. Após a análise em MEV, afirmaram que, apesar da ausência de fendas, todos os espécimes apresentaram infiltração de nitrato de prata. Isso sugeriu a presença de espaços submicrométricos na base da camada híbrida, o que permitiu que fluídos orais e dentinários permeassem a interface e degradassem a resina adesiva. Esses espaços possuíam dimensões na ordem de 20nm a 100nm de largura. Os autores propuseram que esse tipo de infiltração, que ocorre no interior da camada híbrida e na ausência de fendas, fosse chamado de nanoinfiltração. O estudo demonstrou que, mesmo na ausência de fendas marginais, todos os cinco sistemas adesivos testados permitem a penetração de íons de prata através da camada híbrida. O sistema adesivo que apresentou maior nanoinfiltração foi o All-Bond II, seguido pelo Superbond C&B, Scotchbond Multi-Purpose, Clearfil Liner Bond System e Kuraray Experimental System (KB-200).

Swift Jr. e Bayne (1997) compararam a resistência de união ao cisalhamento de um novo sistema de frasco único (3M Single Bond Dental Adhesive) com outros dois sistemas de frasco único comercialmente disponíveis (One-Step; Prime & Bond) e um sistema convencional de três passos (Scotchbond Multi-Purpose Plus) sob três diferentes condições de umidade superficial. Cento e vinte incisivos bovinos foram desgastados até a exposição da dentina superficial. As variáveis independentes foram o tipo de adesivo e a condição de umidade (úmida, molhada e muito molhada), sendo a resistência de união ao cisalhamento a variável dependente. Após a aplicação de cada um dos sistemas adesivos, conforme as orientações do respectivo fabricante e grupo experimental, uma cápsula foi preenchida com resina composta (Z100 de cor A3), e a resistência de união ao cisalhamento (MPa) foi

calculada pela divisão da carga de falha (N) pela área de secção do cilindro de compósito aderido ($15,2\text{mm}^2$). Todos os espécimes foram examinados visualmente para a determinação do tipo de falha (coesiva de substrato ou adesiva entre o compósito e a dentina). Comentaram que diferenças na resistência de união dos sistemas adesivos dentinários ocorrem devido à sensibilidade técnica, especialmente umidade superficial e diferenças de manipulação entre os operadores. Os sistemas adesivos sem acetona testados nesse estudo (Scotchbond Multi-Purpose Plus e Single Bond Dental Adhesive) apresentaram os maiores valores de resistência de união, os menores desvios padrão e foram relativamente insensíveis quanto ao grau de umidade presente na superfície dentinária. A relativa resistência de união desses materiais aos efeitos da umidade superficial pode estar relacionada à presença de água em sua composição. Com base nos resultados desse estudo, Swift Jr. e Bayne concluíram que todos os sistemas adesivos alcançaram pelo menos uma média de resistência de união ao cisalhamento superior a 20MPa em pelo menos uma das condições de umidade superficial. O sistema convencional de três passos (Scotchbond Multi-Purpose Plus) obteve a maior resistência de união, embora não estatisticamente significativa em relação aos demais sistemas adesivos de frasco único. O Single Bond Dental Adhesive apresentou bom desempenho em todos os tipos de umidade superficial. Todavia, o seu melhor valor foi obtido em superfície molhada, sendo “molhada” definida como uma camada de água contínua e brilhante na superfície, não contendo áreas empoçadas.

Demarco et al. (1998) investigaram o efeito do agente clareador peróxido de hidrogênio a 30% sobre a resistência de união à dentina humana sob teste de tração, bem como o efeito do adiamento dos procedimentos adesivos por uma semana após a exposição a esse produto. Fatias de esmalte vestibular e lingual foram obtidas em cada um dos 30 terceiros molares, e dentina superficial, portanto próxima à junção entre dentina e esmalte, foi exposta utilizando-se lixas 220. Os dentes foram incluídos em resina acrílica e divididos

aleatoriamente em três grupos: dentes imersos em água destilada durante 1h (grupo 1); dentes imersos em peróxido de hidrogênio a 30% durante 1h (grupo 2); e dentes imersos em peróxido de hidrogênio a 30% durante 1h e armazenados em água destilada durante 7 dias (grupo 3). Resina composta Herculite XRV foi aderida ao substrato dentinário com o sistema adesivo Optibond e polimerizada a cada três incrementos. Os espécimes foram submetidos à tração em uma máquina Wolpert, modelo EZR-30, com velocidade de cruzeta de 0,5mm/min. A carga no momento da fratura foi registrada, e os dados obtidos em cada grupo foram comparados. Uma amostra foi escolhida aleatoriamente em cada grupo e submetida ao exame de microscopia eletrônica de varredura. Os valores registrados mostraram que os grupos 1 e 3 não foram significativamente diferentes entre si. Por outro lado, ambos foram significativamente superiores ao grupo 2, o que sugere que a resistência de união adesiva da dentina foi reduzida após a utilização do peróxido de hidrogênio a 30%. Os autores concluíram que a diminuição da adesão após o clareamento com peróxido de hidrogênio a 30% está relacionada às alterações da superfície dentinária e à inibição da polimerização do sistema adesivo e da resina composta pelo oxigênio. Portanto, o adiamento dos procedimentos adesivos prévios à realização da restauração definitiva está indicado após o tratamento clareador.

Nesse mesmo ano, Perdigão et al. (1998) publicaram um estudo em que avaliaram os efeitos dos agentes clareadores à base de peróxido de carbamida a 10% sobre a resistência de união de uma resina composta ao esmalte utilizando um material adesivo à base de acetona e outro à base de água. Comprovaram que a concentração de oxigênio foi estatisticamente similar para o esmalte clareado e para o não clareado. No entanto, as concentrações relativas de cálcio e fósforo foram significativamente mais baixas para os espécimes clareados em relação aos espécimes não clareados. O tipo de solvente utilizado nos adesivos de frasco único também pode afetar a capacidade de adesão ao esmalte. Nesse sentido, melhores resultados

foram obtidos com o solvente à base de acetona, que tradicionalmente é um potente perseguidor de água. Também relataram que os agentes clareadores podem causar alterações nos componentes orgânicos e inorgânicos, aumentando a solubilidade de alguns componentes. Além disso, com base em outros relatos, afirmaram que o peróxido de hidrogênio a 30%, quando comparado ao peróxido de carbamida a 10%, é o que acarreta maiores prejuízos. Concluíram que o tratamento clareador com peróxido de carbamida a 10% não causou alterações na concentração relativa de oxigênio na estrutura de esmalte (1µm a 5µm de profundidade). Portanto, a redução na resistência de união adesiva pode não estar relacionada com a inibição de polimerização da resina por acúmulo de oxigênio no interior da estrutura do esmalte, e sim no interior da dentina, haja vista que a dentina também pode agir como um reservatório de oxigênio. Também foi citado que vários autores têm recomendado o retardamento (24h a 2 semanas ou mais) de qualquer procedimento adesivo após o tratamento clareador com peróxido de carbamida e que o armazenamento *in vitro* com água promove a reversão completa da resistência de união adesiva ao esmalte. Finalizaram afirmando que a utilização de adesivos com base em acetona ou etanol pode reverter os efeitos do clareamento sobre a resistência de união ao esmalte sem a necessidade de qualquer retardamento ou retratamento dessa superfície.

Perdigão e Lopes (1999) apresentaram em um artigo de revisão vários conceitos sobre adesão dental. Nesse sentido, relataram que os compósitos adesivos reforçam significativamente o dente, o que proporciona melhor transmissão e distribuição das tensões funcionais. A adesão dentinária representa um desafio maior do que a adesão ao esmalte, embora também exista um embricamento entre a resina e a dentina. O esmalte é composto predominantemente de mineral. A dentina é um tecido úmido permeado por uma rede tubular que contém prolongamentos odontoblásticos que se comunicam com a polpa. Cada túbulo é preenchido com fluido e cercado por uma dentina, hipermineralizada, chamada de dentina

peritubular. A dentina menos mineralizada e mais fibrosa é chamada de dentina intertubular. A aplicação simultânea de um ácido sobre o esmalte e a dentina, conhecida como técnica de condicionamento total, é uma estratégia praticamente universal de adesão. O comportamento clínico dos adesivos que empregam a técnica do condicionamento total tem melhorado e alcançado altos níveis de retenção. As resistências de união laboratoriais para adesivos dentinários variam de 17MPa a 30MPa, as quais são muito próximas dos valores comumente obtidos em nível de esmalte. Para os autores, o principal inconveniente dos adesivos dentinários é a possibilidade de formação de fendas na interface adesiva, o que resulta em microinfiltração. Embora a microinfiltração tenha diminuído com a aplicação de sistemas adesivos de última geração, nenhum adesivo dentinário foi capaz de fornecer margens hermeticamente seladas em cimento e dentina. A interação dos agentes condicionadores com a dentina está limitada em 1,9 μ m a 5,8 μ m superficiais, o que praticamente inocenta sua ação de injúria à polpa. O efeito dos agentes condicionadores sobre a dentina está limitado ao efeito tamponante da hidroxiapatita, assim como de outros componentes, como o colágeno. Pequenas diferenças de pH entre géis de ácido fosfórico de concentrações similares podem condicionar profundidades distintas de dentina. A dentina condicionada pode se colabar quando seca com ar, o que dificulta a hibridização. Os sistemas adesivos dentinários com vários frascos, de diversas cores e formatos, não condizem mais com a realidade. Para Perdigão e Lopes (1999), a tendência atual é a de simplificação. Atualmente, a maioria dos sistemas adesivos é de frasco único, embora ainda se faça o condicionamento ácido dos tecidos duros dentais previamente à sua aplicação. Com a tendência atual de simplificação, o adesivo da nova década poderá estar incorporado ao material restaurador, sem que a adesão em separado seja necessária. A adesão à dentina ainda não atingiu o grau de desenvolvimento da adesão ao esmalte, o que a torna um desafio a ser superado na dentística para os próximos anos.

Kinomoto et al. (1999) realizaram um estudo que investigou a distribuição e a magnitude dos estresses de polimerização causados por dois diferentes tipos de polimerização de compósitos (químico ou físico). Foi utilizada uma resina composta foto-ativada (Palfique Clear/Tokuyama, Tokuyama, Japão) composta de partículas esféricas ($0,8\mu\text{m}$) com 60% de peso e com contração de polimerização volumétrica na ordem de 5,86%, com módulo de elasticidade de $3,3\text{GPa} \pm 0,4\text{GPa}$. Comparativamente, uma resina composta experimental de ativação química, em tudo semelhante à anterior, exceto o módulo de elasticidade, de $3,1\text{GPa} \pm 0,6\text{GPa}$, foi utilizada para restaurar os dentes do outro grupo da pesquisa. Ambos os compósitos foram inseridos em um único incremento. Os autores observaram que a menor velocidade de polimerização da resina composta autopolimerizável resultou em uma melhor adaptação do compósito junto às margens das restaurações. Afirmaram que o desenvolvimento de certos procedimentos ou materiais que reduzam a velocidade de polimerização dos compósitos deve ser alcançado para que se obtenha melhor adaptação entre o compósito e a estrutura dental. Ressaltaram, entretanto, que tais objetivos não devem pôr em risco as propriedades mecânicas dos materiais.

Cardoso et al. (1999) realizaram um estudo *in vitro* que teve como objetivo avaliar a microinfiltração em margens de esmalte e dentina de restaurações Classe V restauradas com resina composta utilizando-se cinco sistemas adesivos simplificados: Etch & Prime 3.0 (Degussa); Single Bond (3M); PQ1 (Ultradent); Prime & Bond NT (Dentsply); e BEH Experimental (Dentsply Detrey), haja vista que os sistemas de três passos foram considerados muito complicados e demorados. Cinquenta molares humanos recém-extraídos e livres de cárie foram armazenados em água destilada a 37°C . Preparos cavitários Classe V (3mm de largura, 2mm de altura e 2mm de profundidade) foram realizados. As margens oclusais estavam em esmalte, e as gengivais, em dentina/cimento, sendo todo o esmalte biselado. Cada sistema adesivo foi utilizado conforme as recomendações do respectivo fabricante, e resina

composta (Z100) foi inserida em incrementos e polimerizada. Após 24h de armazenagem em água destilada a 37°C os espécimes receberam acabamento e foram polidos, e seus ápices foram selados com resina composta. Os espécimes foram termociclados e, posteriormente, imersos em solução de nitrato de prata. Cada qual foi ainda seccionado longitudinalmente, e procedeu-se às leituras de microinfiltração por três examinadores previamente treinados e calibrados. Para as margens de esmalte, não houve diferença estatisticamente significativa entre os escores de microinfiltração para o Prime & Bond NT, BEH Experimental, Single Bond e PQ1. Apenas os sistemas adesivos Prime & Bond NT e o BEH Experimental foram capazes de eliminar completamente a microinfiltração nas margens. O Etch & Prime 3.0 mostrou infiltração significativamente mais alta que todos os outros sistemas. Para as margens em dentina, nenhum dos sistemas adesivos eliminou completamente a infiltração. O PQ1 apresentou infiltração significativamente menor em relação ao Etch & Prime 3.0 ou ao Single Bond. Os demais sistemas resultaram em escores de infiltração similares. Os adesivos autocondicionantes desse estudo apresentaram baixa performance tanto em nível de esmalte como de dentina, o que sugere que tenham um desempenho ainda pior *in vivo*.

Perdigão e Lopes (1999) relataram que a adesão dentinária representa um enorme desafio à odontologia restauradora devido à grande porcentagem de água e material orgânico (colágeno do tipo I), bem como pela rede tubular contendo extensões de odontoblastos que se comunicam à polpa. Cada túbulo é preenchido com fluido e circundado por um colarinho de dentina hipermineralizada (dentina peritubular). Uma dentina menos mineralizada e mais fibrosa existe entre os túbulos (dentina intertubular). O número de túbulos diminui de 45.000 por milímetro quadrado junto à polpa para aproximadamente 20.000 por milímetro quadrado na junção dentina/esmalte. A área ocupada pela dentina intertubular é de 96% na junção dentina/esmalte e de 12% próximo à polpa. A área ocupada pelas aberturas tubulares é de 1% na junção dentina/esmalte e de 22% próximo à polpa. O diâmetro médio dos túbulos é de

0,63 μ m na junção dentina/esmalte e de 2,37 μ m próximo à polpa. A lama dentinária diminui a permeabilidade dentinária em até 86%. A resistência adesiva do esmalte é de, em média, 20MPa. Essa magnitude de resistência adesiva assegura retenção adequada para uma ampla variedade de procedimentos adesivos e impede a microinfiltração ao redor das margens de esmalte. Portanto, a falta de adesão pode provocar injúria pulpar, descoloração marginal e cáries recorrentes. A adesão dental também traz outros benefícios, entre os quais o reforço de cúspides após o preparo cavitário, pois o uso de adesivo reforça substancialmente o esmalte e a dentina residuais, tornando-os menos susceptíveis à fratura. A resistência adesiva à dentina em laboratório varia de 17MPa a 30MPa, sendo a dentina freqüentemente desmineralizada em até 7,5 μ m, o que depende do tipo de ácido, do tempo de condicionamento e da concentração do condicionador. A dentina peritubular é condicionada mais profundamente que a dentina intertubular. A interação dos agentes condicionadores com a dentina é limitada pelo efeito tampão da hidroxiapatita e componentes protéicos dentinários. A dentina consiste de dois substratos distintos: de alta energia superficial (hidroxiapatita) e de baixa energia superficial (colágeno). Conseqüentemente, após o condicionamento ácido, a densa rede de colágeno exposta torna o substrato dentinário com baixa energia superficial. Outro detalhe também abordado pelos autores é que as proteínas não colagenosas, que representam 9,5% do total da matriz dentinária, precisam ter seu papel conhecido na estabilidade e durabilidade das interfaces adesivas resina/dentina. Os sistemas adesivos dentinários de múltiplos frascos pertencem ao passado. A tendência atual é pela simplificação, razão pela qual os fabricantes têm desenvolvido sistemas adesivos monocomponentes, que ainda necessitam de condicionamento ácido em separado.

Nakabayashi e Pashley (2000), no livro “Hibridização dos Tecidos Duros Dentais”, abordaram em sua ampla revisão de literatura o desenvolvimento dos sistemas adesivos dentinários até o momento. Entre os vários tópicos abordados salientaram que o substrato

adesivo é a matriz colágena, e não a matriz dentinária mineralizada. Entretanto, o desafio está em manter os espaços entre as fibras colágenas desmineralizadas após a remoção dos cristais de hidroxiapatita. A camada híbrida (1µm a 5µm) é a estrutura formada nos tecidos duros dentais (esmalte, dentina e cimento) pela desmineralização da superfície e subsuperfície desses tecidos, seguida pela infiltração de monômeros e subsequente polimerização. A alta qualidade dessa camada resiste ao ataque ácido, sendo suas propriedades mecânicas melhores que a dentina desmineralizada, mas piores que a dentina mineralizada. A composição química da dentina é de aproximadamente 50% de volume mineral, 30% de matriz orgânica e 20% de água. No entanto, essa proporção pode variar de dente para dente e até num mesmo dente, pois a densidade dos túbulos dentinários varia de acordo com a profundidade dentinária, fazendo com que a água seja menor na dentina superficial e maior na dentina profunda. A dentina intertubular (rica em colágeno) diminui gradualmente da dentina superficial para a profunda. De maneira semelhante, a quantidade de colágeno diminui da dentina superficial para a profunda. A dentina peritubular (hipermineralizada) aumenta na mesma proporção que a dentina intertubular diminui. Porém, o conteúdo mineral se equivale. Os autores também discutiram afirmando que, para ocorrer uma ótima adesão, é necessário existir: correspondência entre a profundidade de penetração do monômero entre as fibras colágenas e a profundidade de desmineralização; alto grau de conversão do monômero em polímero; e ausência de porosidade na camada de resina infiltrada.

Perdigão et al. (2000) apresentaram as novas tendências na adesão ao esmalte e à dentina. Comentaram que a adesão à dentina, diferentemente do esmalte, representa um desafio maior devido à umidade, teor orgânico e rede tubular, que contém os processos odontoblásticos que se comunicam com a polpa. Os sistemas atuais disponíveis incluem: o condicionamento ácido do esmalte e da dentina simultaneamente; o uso de primers auto condicionantes, que dispensa o condicionamento ácido, com aplicação subsequente de

adesivo; e, por último, condicionador/primer/adesivo em uma única unidade de aplicação. Segundo os autores, os solventes captadores de água (etanol ou acetona) facilitam a penetração e o contato dos monômeros entre as fibras colágenas, resultando em uma zona mista de resina polimerizada e fibrilas colágenas (camada híbrida). Os primers auto condicionantes tratam o esmalte e a dentina simultaneamente e dispensam a lavagem desses substratos. A baixa acidez desses sistemas não remove os “plugs” dentinários. Todavia, conseguem hibridizar a dentina de 1µm a 2µm. Esse sistema dissolve parcialmente a hidroxiapatita no interior da lama dentinária e da superfície dentinária, resultando numa zona infiltrada por resina com minerais aprisionados. Com o objetivo de simplificar e diminuir a possibilidade de erros durante a sua aplicação, um novo sistema (Prompt L-Pop) foi introduzido no mercado. Tal sistema é aplicado durante 15s, seco com ar para evaporar a água (solvente) e polimerizado, constituindo-se em um conceito bastante promissor, que necessita, porém, de mais estudos clínicos para comprovar a sua eficiência.

Spyrides et al. (2000) realizaram um estudo *in vitro* que avaliou o efeito de três métodos de clareamento sobre a resistência de união adesiva da dentina. Nesse estudo foi exposta a dentina de 120 incisivos bovinos recém-extraídos, distribuídos aleatoriamente em quatro grupos: grupo A (controle – não clareado); grupo B (clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% durante 30min); grupo C (clareamento com peróxido de carbamida a 35% durante 30min); e grupo D (clareamento com peróxido de carbamida a 10% durante 6h). A metade dos espécimes (n=15) em cada grupo foi aderida com Single Bond/Z100 imediatamente após o tratamento clareador, enquanto a outra metade foi aderida após os espécimes serem armazenados durante uma semana em saliva artificial a 37°C. Na seqüência, foi realizado o teste de resistência de união adesiva sob cisalhamento na máquina Instron com velocidade de travessa de 0,5mm/min, até a obtenção da fratura. Após a análise dos dados obtidos, os autores afirmaram que houve redução adesiva estatisticamente significativa para

todos os espécimes aderidos imediatamente após o clareamento. Embora tenha havido alguma reversão da força adesiva dos grupos restaurados após uma semana, nenhum grupo recuperou a magnitude das forças adesivas obtidas pelo grupo controle (não clareado e restaurado imediatamente). Os espécimes aderidos uma semana após a realização do tratamento clareador com peróxido de hidrogênio a 35% apresentaram a maior média de resistência de união dos grupos clareados. De maneira oposta, os espécimes aderidos após uma semana com o peróxido de carbamida a 10% produziram a menor média. A adesão tardia resultou num aumento significativo para os grupos B e C, enquanto o grupo D permaneceu no mesmo nível obtido pela adesão imediata. Isso pode sugerir que certos métodos clareadores podem causar efeitos mais deletérios à estrutura dental, necessitando de mais tempo para a reversão dos prejuízos causados.

Nakajima et al. (2000) compararam a resistência de união adesiva da dentina úmida com a da seca sob teste de microtração. Utilizaram 18 terceiros molares humanos recentemente extraídos e expuseram a dentina paralela à superfície oclusal, sendo os mesmos dentes aleatoriamente designados ao grupo controle e experimental. Os três sistemas adesivos utilizados foram: One-Step; Single Bond; e Clearfil Photo Bond. Para os sistemas adesivos utilizados com a técnica úmida, a água em excesso superficial foi removida com papel absorvente e uma dentina visivelmente úmida foi preservada. Para a união seca, após o enxágüe com água, a superfície foi severamente seca com ar durante 5s a uma distância de 3cm. Após a aplicação dos sistemas acima mencionados, uma coroa de resina composta foi obtida, e o conjunto dente/restauração foi seccionado para a obtenção dos filetes com área de secção quadrada e transversa de aproximadamente 1mm^2 . Em seguida esses filetes foram submetidos ao teste de microtração e avaliados ao microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluíram afirmando que todos os sistemas adesivos utilizados com a técnica úmida obtiveram maior resistência de união adesiva quando comparados à dentina seca. Os valores

obtidos para os três sistemas adesivos utilizados com a dentina seca foram de 8MPa a 19MPa. De maneira oposta, isto é, sob condições úmidas, a resistência de união adesiva à dentina ficou no limite de 40MPa.

Nunes; Swift Jr.; Perdigão (2001) avaliaram o solvente e o conteúdo de carga de cinco adesivos dentinários (Single Bond; Single Bond com carga; Prime & Bond NT; Prime & Bond sem nanocarga; e One Coat Bond com carga) sob teste de microtração à dentina humana, haja vista a controvérsia existente em relação à presença ou ausência de partículas de carga na composição do adesivo, assim como nos diferentes resultados obtidos com os vários tipos de solventes utilizados pelos fabricantes. Nesse estudo utilizaram 15 terceiros molares com a superfície oclusal desgastada até a dentina, sendo cada adesivo aplicado em três dentes, escolhidos aleatoriamente, conforme orientação do fabricante. Após 24h de armazenamento em água, os dentes foram seccionados verticalmente para produzir uma série de filetes com uma área de secção transversal variando de $0,35\text{mm}^2$ a $0,45\text{mm}^2$. Com base nos resultados obtidos, concluíram que o Single Bond sem carga apresentou a maior resistência de união adesiva entre os adesivos testados. As médias para o Single Bond Experimental, o Prime & Bond NT e o One Coat Bond, todos com carga, não foram significativamente diferentes entre si, embora o Prime & Bond NT tenha tido a média mais baixa entre os adesivos com carga. A justificativa para o desempenho superior do Single Bond convencional em relação ao seu similar com carga pode estar relacionada com a viscosidade adesiva aumentada deste, o que poderia resultar em menor penetração dos monômeros resinosos nos vazios internos. No estudo o tamanho médio das partículas de carga utilizadas foi de aproximadamente $0,6\mu\text{m}$, que é maior do que as micropartículas utilizadas em outros estudos. Outro detalhe também abordado pelos autores é o de que os espaços interfibrilares são de cerca de 20nm. Assim sendo, a dentina condicionada poderia agir como um crivo, com o acúmulo das partículas de carga no topo, o que teria obstruído a penetração do adesivo na dentina condicionada. Esse

fato reforça a hipótese de que as partículas de carga reduzem a penetração do adesivo no interior da dentina condicionada, produzindo uma camada híbrida defeituosa. De maneira oposta, o Prime & Bond NT sem nanopartículas apresentou maior força de união adesiva, embora não significativa, do que seu similar com carga. Entretanto, essa carga presente pode não ter aumentado a viscosidade do adesivo e ter penetrado na dentina condicionada, aumentando a resistência de união adesiva com a dentina.

Nunes; Swift Jr.; Perdigão (2001) avaliaram o efeito de diferentes concentrações de ácido fosfórico sobre a resistência de união adesiva da dentina sob teste de microtração utilizando três diferentes solventes. Argumentaram que o método proposto (microtração) possibilita mensurar a resistência de união adesiva mais fielmente, oferece uma distribuição de estresse mais uniforme e, por utilizar menores áreas de superfície do que os testes de tração convencional e cisalhamento, obtém maiores valores na resistência de união entre a resina e a dentina, haja vista um menor número de defeitos estruturais em nível de substrato. Nesse experimento a dentina do terço médio de 80 molares humanos foi exposta, e duas concentrações diferentes de ácido fosfórico (10% e 37%) desmineralizaram a dentina em diferentes profundidades. Três sistemas adesivos (Single Bond, Prime & Bond NT e One Coat Bond) com diferentes solventes (etanol e água; acetona; e água, respectivamente) foram aplicados de acordo com o seu grupo experimental, e um cilindro com 8mm de resina composta foi construído sobre toda a dentina exposta. Após o período de armazenagem (24h), filetes com área seccional de $\pm 0,4\text{mm}^2$ foram obtidos e submetidos à fratura, e o modo de falha foi avaliado sob um microscópio luminoso de 10X. Observaram que o sistema adesivo Single Bond foi o que apresentou maior resistência de união adesiva à dentina. Este mesmo adesivo, em concentrações diferentes de ácido fosfórico, desmineralizou a dentina em profundidades diferentes. No entanto, tais concentrações não causaram diferenças nos valores da resistência de união adesiva. O One Coat Bond apresentou menor resistência de união

adesiva à dentina com o ácido fosfórico a 37% do que com ácido fosfórico a 10%. Segundo os autores, a ausência de solvente (apenas 5% de água) pode limitar a sua difusão, especialmente quando uma ampla camada dentinária desmineralizada está presente. Diferentemente, o Prime & Bond NT obteve maiores valores de resistência de união quando a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 37%. Isso provavelmente ocorreu porque o solvente acetona tem maior capacidade de penetração na rede colagenosa do que o solvente etanol. Acrescentaram que, em uma situação clínica envolvendo tanto esmalte quanto dentina, o ácido fosfórico a 37% proporciona uma resistência de união mais previsível para ambos os substratos.

Miayzaki et al. (2001) avaliaram *in vitro* e sob o teste de cisalhamento a resistência de união adesiva ao esmalte e à dentina de dois sistemas adesivos de aplicação única (Reactmer Bond e One-Up Bond F), de um compômero (Clicker/F2000) e de dois sistemas adesivos de dois passos (Fluoro Bond e Single Bond). Cento e cinquenta incisivos mandibulares bovinos com idade entre 2 e 3 anos foram extraídos e congelados a -20°C por até duas semanas. As superfícies vestibulares dos incisivos foram desgastadas para a obtenção de uma superfície plana seja em esmalte ou dentina, com cerca de 4mm de diâmetro. Os dentes foram aleatoriamente divididos em cinco grupos, cada um com 15 dentes. Cada grupo dental foi restaurado conforme as recomendações de seu fabricante e posteriormente submetido ao teste de cisalhamento numa máquina de teste Instron, a uma velocidade de 1,0mm/min. Após a realização do teste, os espécimes foram examinados num microscópio óptico com aumento de 10X, para a determinação do modo de falha, e observados em um microscópio eletrônico de varredura. A resistência de união adesiva obtida para os sistemas de aplicação única foi de 12,3MPa a 14,5MPa para o esmalte e de 13,7MPa a 13,8MPa para a dentina. Esses valores foram semelhantes aos do grupo que utilizou o compômero (12,6MPa para o esmalte e 13,1MPa para a dentina), porém foram mais baixos que os sistemas de dois passos (16,8MPa a 21,7MPa para o esmalte e 18,1MPa a 18,4MPa para a dentina).

Perdigão (2002) descreveu em um artigo de revisão os principais avanços tecnológicos dos sistemas adesivos disponíveis, além de suas limitações e desafios. Para o autor, o conhecimento detalhado da estrutura dentinária humana é essencial para avaliar e melhorar os sistemas adesivos dentinários. O condicionamento ácido da dentina com ácido fosfórico por 15s resulta numa dissolução mineral dos cristais que envolvem as fibras colágenas superficiais, sem, no entanto, danificar a ultra-estrutura de colágeno. Os adesivos atuais à base de acetona e etanol deslocam a água da superfície dentinária e da rede de colágeno úmida, permitindo que os monômeros misturem-se com as fibras colágenas expostas formando a camada híbrida. O reumedecimento da dentina seca com água eleva o colágeno colapsado e restaura a resistência de união dos adesivos a esse substrato desde que a reidratação tenha o dobro de tempo da desidratação. Os sistemas adesivos que utilizam o condicionamento total não têm mostrado diferenças significativas de desempenho clínico quando materiais de baixo e de alto módulo de elasticidade são utilizados como materiais restauradores. Para o autor, a utilização do teste de microtração apresenta várias vantagens, sendo a principal a determinação de um maior número de falhas adesivas em relação às falhas coesivas de substrato freqüentemente observadas nos testes de tração convencional e de cisalhamento.

Perdigão et al. (2002) avaliaram *in vivo* a resistência de união adesiva dentinária sob teste de microtração de três sistemas adesivos aplicados à dentina úmida ou seca com ar durante 5s. Utilizaram 24 pré-molares que estavam com extração indicada por razões ortodônticas em pacientes com 15 a 23 anos de idade. Os adesivos utilizados foram: Excite (Ivoclar/Vivadent), adesivo à base de etanol; Prime & Bond NT (Dentsply/Caulk), adesivo à base de acetona; e Single Bond (3M ESPE), adesivo à base de álcool e água. Após a extração cada dente foi seccionado para a obtenção dos filetes com secção transversal de $0,7\text{mm}^2 \pm 0,2\text{mm}^2$. Os espécimes foram presos ao dispositivo de Geraldeli para microtração e fraturados utilizando-se uma máquina de teste universal com velocidade de travessa de 1mm/min.

Segundo os autores, a maioria das fraturas ocorreu na interface adesiva, não tendo sido observada nenhuma fratura coesiva da dentina. Para todos os sistemas adesivos utilizados, as médias para a dentina úmida foram estatisticamente similares às da dentina seca, o que coloca em dúvida a necessidade de se deixar a dentina úmida em ambiente oral previamente aos procedimentos adesivos.

Özok; Wu; Wesselink (2002), preocupados com as variações estruturais da dentina humana e a conseqüente alteração de sua permeabilidade, realizaram um estudo *in vitro* que comparou as regiões oclusal e vestibular em um mesmo elemento dental. Nesse estudo 40 terceiros molares humanos recentemente extraídos foram utilizados para a obtenção de discos de dentina (0,5mm de espessura) na face oclusal e vestibular da região cervical de um mesmo dente. Cada disco teve a superfície polida por lixas de papel e pela seguinte seqüência de granulação: 240, 400 e 600. Os discos foram condicionados com ácido fosfórico a 35% em ambos os lados durante 30s e enxaguados com água destilada por 2min. Para simular o fluxo do fluido dentinário *in vivo* e conseguir avaliar a permeabilidade dentinária, água ou soro bovino diluído na proporção de um para três foram utilizados como fluido dentinário simulado sob pressão hidráulica (32cm de H₂O) e aplicados sempre do lado pulpar, em direção ao lado oclusal ou vestibular em cada um dos discos. Um disco de vidro substituiu o disco de dentina nas mesmas condições experimentais como controle negativo. Com base nos resultados obtidos, concluíram que nenhum fluxo foi detectado nos controles negativos. Apesar da presença de fluidos nos grupos experimentais, nenhuma diferença significativa foi observada entre a permeabilidade da dentina oclusal e vestibular cervical com água ou soro bovino diluído. Portanto, os autores sugerem que próximo à polpa, na face oclusal ou vestibular da dentina cervical humana, que representa a parede de fundo das cavidades Classe I e V, respectivamente, a permeabilidade é similar. No estudo, houve uma forte correlação entre a viscosidade do fluido de perfusão e a permeabilidade dentinária.

Pashley et al. (2002) teceram vários comentários sobre os efeitos da permeabilidade dentinária em relação aos procedimentos restauradores. Segundo os autores, esse é o fator determinante das reações pulpares, pois, conforme a dentina torna-se mais delgada, há aumento da permeabilidade dentinária, haja vista que a condutância hidráulica dos túbulos dentinários é proporcionalmente inversa ao seu comprimento e diretamente proporcional à quarta potência de seu raio. Segundo os autores, uma das metas da dentística restauradora é o selamento periférico da dentina originalmente protegida pelo esmalte e cimento. De maneira geral, os sistemas adesivos que contêm monômeros hidrossolúveis são citotóxicos, pois, quando ainda não polimerizados, permeiam a dentina até alcançar a polpa. O Bis-GMA (bisfeno-A-glicidilmetacrilato) e o uretano dimetacrilato não são citotóxicos. Todavia, o HEMA (hidroxietilmetacrilato) e outros monômeros hidrossolúveis podem ser citotóxicos dependendo da espessura dentinária remanescente e de sua respectiva permeabilidade. Na grande maioria das vezes, os monômeros aplicados à dentina polimerizam-se de 20s a 30s e tornam-se polímeros sólidos não citotóxicos. Os fatores altos de configuração cavitária também podem causar maior sensibilidade dentinária devido a uma maior movimentação do fluido dentinário no interior de uma dentina mal selada. De maneira oposta, quanto mais baixo for o fator de configuração, menor é a probabilidade de a contração de polimerização causar algum tipo de estresse na interface adesiva. Os autores também enfatizaram que a permeabilidade dentinária através dos túbulos dentinários, que é responsável pela difusão de substâncias tóxicas até a polpa, pelo movimento dos fluidos e pela sensibilidade dentinária, não é a única forma de permeabilidade existente na dentina. Existe um outro tipo de permeabilidade dentinária que é responsável pela difusão dos monômeros adesivos pela matriz dentinária entre os túbulos ou pela luz do túbulo condicionado, ou seja, pelo colágeno circundante que hibridiza os prolongamentos de resina até as paredes dos túbulos. Isso tem sido chamado de permeabilidade intradentinária ou intertubular. Apesar da dentina

contaminada por bactérias e selada pelos sistemas adesivos, argumentaram que esse fenômeno é possível pela diminuição das bactérias após o condicionamento ácido e o selamento resinoso. A colocação de hidróxido de cálcio diminui a permeabilidade dentinária tanto *in vitro* como *in vivo*. A remoção da maior parte de dentina cariada, junto com a alcalinidade do hidróxido de cálcio, converte o microambiente acidogênico em um ambiente neutro ou básico, que promove a remineralização. Concluíram que qualquer tratamento dentinário que diminua a permeabilidade aos carboidratos fermentáveis retém a progressão das lesões cariosas. Todavia, a presença de bactérias na dentina profunda pode ser irritante devido à emissão de substâncias tóxicas que causam destruição dos odontoblastos que ocupam as extremidades dos túbulos dentinários.

Hashimoto et al. (2002) estudaram os efeitos do sobre condicionamento em relação à resistência de união à microtração e os padrões de falha de dois sistemas adesivos dentinários. Em seu estudo, utilizaram pré-molares humanos recortados, e as superfícies de dentina foram condicionadas com ácido fosfórico por 15s, 60s, 120s e 180s. Os espécimes foram confeccionados com dois adesivos, One-Step (Bisco) e OptiBond Solo (Kerr), e recortados de modo a produzir filetes com área de secção transversal de 0,9mm². Após o teste de microtração, os padrões das fraturas foram classificados em tipo I, falha dentro da resina composta ou do adesivo; tipo II, falha dentro da camada híbrida, e tipo III, falha dentro da zona de dentina desmineralizada. Para o adesivo One-Step, cuja composição apresenta etanol, o aumento do tempo de condicionamento produziu diminuição dos valores de resistência de união. As diferenças entre os tempos de condicionamento foram estatisticamente significativas. Para o adesivo OptiBond Solo, à base de água, a resistência de união nos espécimes condicionados por 15s foi significativamente mais alta do que nos espécimes dos demais tempos de condicionamento. Entre os espécimes fraturados, apenas uma pequena porcentagem apresentou falha em dentina. Como os modos de falha são indicativos da região

de maior concentração de tensões durante o teste e esse fenômeno de concentração de tensões é agravado pela presença de dois materiais com dureza e módulo de elasticidade bastante diferentes, as tensões são localizadas. Concluíram que a zona de dentina desmineralizada exerceu pouco efeito sobre a resistência de união.

Hewlett (2003) fez uma revisão acerca da adesão em nível de esmalte e dentina. Argumentou que o condicionamento ácido no esmalte aumenta a área e a energia livre de superfície, propiciando maior molhabilidade e capacidade adesiva a esse substrato. No entanto, a natureza dinâmica e variável da dentina apresenta desafios significantes durante os procedimentos adesivos. Os túbulos dentinários em dentes vitais comunicam-se diretamente com a polpa e acomodam prolongamentos celulares dos odontoblastos. Qualquer falha adesiva sob uma determinada restauração pode permitir o fluxo do fluido tubular durante a função mastigatória ou sob estímulos térmicos e causar dor. As alterações estruturais também precisam ser consideradas, pois a dentina peritubular é muito mais mineralizada do que a dentina intertubular. A dentina intertubular, rica em fibras colágenas, é considerada ótima para a hibridização e ocupa 96% da superfície dentinária perto do limite amelodentinário e apenas 12% próximo à polpa. A dentina esclerótica, formada tanto por um processo reacional quanto por envelhecimento, é caracterizada pela oclusão dos túbulos por meio de aposição de dentina peritubular. A lama dentinária precisa ser removida ou modificada para que a adesão ocorra. Comentou que cada um dos fatores acima mencionados pode influenciar a adesão, ocasionando variações de dente para dente, de paciente para paciente e entre regiões de um mesmo dente. A resistência de união adesiva em nível de esmalte e dentina precisa ser suficiente para resistir a estresses imediatos (contração de polimerização) e em longo prazo (expansão e contração térmica). O condicionamento excessivo da dentina com ácido fosfórico pode causar desnaturação do colágeno, o que compromete a longevidade da restauração. Por sua vez, o primer pode ser incapaz de infiltrar-se completamente na zona desmineralizada,

acarretando uma faixa de colágeno não hibridizada, a qual também pode ocasionar falha adesiva. Os sistemas primers autocondicionantes eliminariam essa prerrogativa. Mesmo assim, poderiam ser ineficazes sobre uma dentina esclerótica. A remoção das camadas superficiais de uma dentina esclerótica ou a utilização de maiores períodos de condicionamento podem melhorar a adesão a este tipo de substrato. Os primers à base de acetona são altamente dependentes de uma superfície úmida durante a sua aplicação. Os primers à base de água são menos sensíveis à secagem da dentina, demonstrando capacidade de umedecer uma dentina ressecada, de separar as fibras colágenas colapsadas e de permitir a sua difusão no interior da rede colagenosa. Os primers à base de etanol apresentam uma dependência intermediária de umidade dentinária. Contrariamente, uma umidade excessiva da dentina deve ser evitada, pois o excesso de água poderá diluir o primer resinoso e competir com ele por áreas na rede colagenosa. Qualquer frasco de primer ou primer/adesivo deve ser tampado imediatamente após a sua aplicação para evitar a evaporação do solvente, sendo os primers à base de acetona os mais susceptíveis à evaporação. Os primers à base de etanol ou acetona secam rapidamente, contrariamente aos produtos à base de água, os quais requerem mais tempo de secagem. Deve-se minimizar os estresses na interface adesiva durante a inserção da restauração, pois uma adesão inadequada permite microinfiltração, o que causa sensibilidade e cáries recorrentes. O autor concluiu afirmando que a inserção incremental dos compósitos resinosos é uma estratégia eficaz no que tange à diminuição da contração de polimerização.

Elkhatib et al. (2003) avaliaram *in vitro* os efeitos que uma pasta clareadora constituída de peróxido de hidrogênio a 30% e de perborato de sódio poderia causar sobre o pH da superfície dentinária, resistência de união à dentina sob teste de microtração e alterações morfológicas em uma dentina aderida com um sistema primer autocondicionante (Clearfill SE Bond, Kuraray, Medical Inc., Toquio, Japão). Discos de dentina foram obtidos a

partir de 37 dentes humanos anteriores, e para todos os testes a superfície dentinária foi clareada em 100% de umidade e a 37°C, durante uma semana. Após esse procedimento, os espécimes foram lavados com água por 5s, 15s ou 30s, ou lavados durante 5s seguidos de uma armazenagem em água por uma semana antes do procedimento adesivo. Concluíram que a aplicação do agente clareador aumentou o valor do pH da superfície dentinária e diminuiu a resistência de união adesiva da dentina aderida com o sistema primer autocondicionante. Todavia, a armazenagem em água por uma semana após a realização do clareamento recuperou o pH superficial e a resistência de união adesiva da dentina sob teste de microtração.

Shoi et al. (2004) realizaram um estudo que verificou a influência da contração de polimerização sobre algumas propriedades mecânicas (resistência flexural e o módulo de elasticidade) de dois tipos de resina composta (híbrida ou micro-híbrida) e sobre a resistência de união (teste de microtração) e de microinfiltração com a dentina. As restaurações foram realizadas e avaliadas pela flexão de três pontos, tendo sido os espécimes fragmentados selecionados aleatoriamente e examinados a uma magnitude de 500X. O teste de microtração foi realizado sobre filetes com área de secção transversa de 1mm². O teste de microinfiltração foi realizado por dois examinadores a uma magnitude de 40X. Concluíram que a resistência de união sob teste de microtração do compósito híbrido diminuiu drasticamente à medida que o fator de configuração da cavidade aumentava, enquanto a do compósito micro-híbrido diminuiu apenas levemente. Sugeriram que a resistência de união de um compósito com maior módulo de elasticidade (maior rigidez) é mais afetado pela configuração da cavidade quando comparado a um compósito menos rígido. Nesse estudo, a resina composta híbrida demonstrou maior resistência flexural e módulo de elasticidade do que o compósito micro-híbrido para todos os tipos de fator de configuração cavitário.

Bedran De Castro; Pereira; Thompson (2004) avaliaram *in vitro* o efeito da aplicação de carga cíclica e da orientação dos túbulos dentinários sobre a resistência de união da dentina coronal e radicular sob teste de microtração. Após a planificação (4mm acima da junção cimento/esmalte) das faces incisais de 20 dentes bovinos, estes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos: G1 = controle (nenhuma ciclagem mecânica realizada); G2 = 1.000.000 ciclos com carga de 50N; G3 = 1.000.000 ciclos de carga de 100N; e G4 = 1.000.000 ciclos com carga de 200N. Foram obtidas fatias méso-distais com $0,5\text{mm} \pm 0,1\text{mm}$ de espessura e estas foram desgastadas até a forma de ampulheta com $0,5\text{mm} \pm 0,1\text{mm}$, de acordo com a orientação do túbulo (paralelo e/ou perpendicular ao longo eixo do dente), na raiz e na coroa dental, de forma a produzir uma área de secção transversal de $0,25\text{mm}^2$. Demonstraram que nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada entre a resistência de união adesiva dos espécimes submetidos a aplicações de diferentes cargas mecânicas quando comparado com o grupo controle. Justificaram os resultados obtidos devido ao baixo módulo de elasticidade da dentina, pois sua deformação acomoda os estresses de carga. Comentaram que o conhecimento da composição orgânica e inorgânica da dentina pode ser essencial para a avaliação da resistência de união a este substrato. Portanto, não somente as características morfológicas mas possivelmente as diferenças biomecânicas da matriz orgânica e matriz inorgânica podem influenciar os resultados. Nesse estudo foram relatados valores mais altos para a dentina radicular em relação à coronal. Adicionalmente, maiores resistências de uniões foram observadas quando os túbulos dentinários estavam orientados perpendicularmente à aplicação da carga de microtração.

2.2 TESTE DE MICROTRAÇÃO

Griffith (1921) propôs o conceito de energia de fratura estudando aspectos como a liberação da energia por um corpo sólido, a energia livre de superfície e a velocidade de propagação de trincas. Observou que a resistência às tensões próximas às falhas, depende das tensões aplicadas e do número de falhas, que, por sua vez, depende do tamanho do corpo-de-prova. Conseqüentemente, postulou que as possibilidades de incorporação de falhas podem ser reduzidas com corpos-de-prova de menor dimensão.

Van Noort et al. (1989), diante da grande discrepância de valores encontrada pelos pesquisadores que utilizavam os testes de cisalhamento e tração convencional para a análise da resistência de união adesiva da dentina, realizaram um estudo de análise de elemento finito que avaliou os diferentes estresses obtidos na interface adesiva a partir de variações na geometria do teste (tamanho do espécime), no tipo de carga (tração convencional ou cisalhamento), no local de aplicação da carga e nas propriedades do material envolvido. Demonstraram que a resistência de união adesiva pode ser alterada conforme a geometria dos espécimes, a aplicação da carga ou a rigidez do material (módulo de elasticidade). Todos os fatores acima mencionados acarretaram diferentes distribuições de estresse na interface adesiva. Os autores argumentam que os valores obtidos em uma determinada pesquisa podem ocorrer devido a pequenas alterações no teste utilizado, e não à real resistência de união adesiva do sistema empregado. Portanto, qualquer variável em uma experiência não padronizada, como o local de aplicação da carga em um teste de cisalhamento, pode alterar os resultados, haja vista que diferentes distribuições de estresses podem ocasionar diferentes cargas de falha. Nesse sentido, pesquisas semelhantes podem chegar a resultados totalmente

diferentes e severamente afetados pelas condições do teste empregado. Tal fato dificulta a comparação entre os resultados obtidos em diferentes pesquisas. Concluíram que existia a necessidade premente do desenvolvimento de um novo teste laboratorial que pudesse determinar de forma padronizada a resistência de união adesiva dos sistemas adesivos dentinários.

Sano et al. (1994a) avaliaram *in vitro* a resistência dentinária por meio da medição e comparação da resistência à tração final e do módulo de elasticidade da dentina mineralizada e desmineralizada. Utilizaram pequenas lâminas de dentina bovina e humana (4mm x 0,5mm x 0,5mm) num dispositivo de teste para microtração. As dimensões exatas de cada amostra foram medidas cuidadosamente com um micrômetro digital com sensibilidade de até 0,01mm, e as resistências finais tiveram como base a área de secção transversal inicial. O dispositivo utilizado para testar a resistência à tração final e o módulo de elasticidade dentinário foi um aparato de teste Bencor Multi-T modificado e com garras para segurar as extremidades dos espécimes, que foram estabilizados com uma pequena quantidade de cimento à base de cianocrilato. A resistência à tração final dos espécimes foi calculada como sendo a força máxima para ocorrer a fratura dividida pela área de secção transversal. Após a obtenção das médias e desvios padrão dos diversos grupos, concluíram que a dentina coronal mineralizada humana apresentou resistência à tração final média de 104MPa. A dentina coronária de incisivo bovino apresentou 91MPa, e a dentina bovina radicular falhou em 129MPa. O módulo de elasticidade das dentinas mineralizadas bovina e humana foi de 13GPa e 15GPa, respectivamente. Quando os espécimes dentinários foram desmineralizados com EDTA, a resistência máxima à tração e o módulo de elasticidade declinaram para 26MPa-32MPa e 0,25GPa, respectivamente. A matriz dentinária desmineralizada contribuiu com aproximadamente 30% da resistência à tração final da dentina mineralizada.

Sano et al. (1994b) realizaram um estudo laboratorial que correlacionou o grau de influência entre a área de superfície aderida à dentina e a resistência de união dos materiais adesivos quando submetidos ao teste de microtração. Nesse experimento, todo o esmalte da superfície oclusal de terceiros molares humanos não irrompidos e recentemente extraídos foi removido e a superfície plana obtida foi tratada com um agente adesivo (Scotchbond Multi-Purpose, 3M Dental, St. Paul, MN, EUA; ou Clearfil Liner Bond 2, Kuraray Co., Osaka, Japão; ou Vitremer, 3M Dental, St. Paul, MN, EUA) e recoberta com resina composta ou cimento ionomérico, conforme o grupo experimental. Após 24h, os espécimes aderidos foram seccionados paralelamente ao longo eixo do dente, resultando em 20 secções delgadas com a parte superior de resina composta ou ionômero de vidro fotopolimerizável, e a inferior de dentina. Essas pequenas secções foram desgastadas com uma ponta diamantada em alta rotação para adquirir um formato de ampulheta, cuja parte mais estreita foi direcionada para o local da interface de união. A área da superfície de união dos espécimes variou em espessura e largura. Essa área foi calculada previamente à execução do teste de tração, que foi realizado a uma velocidade de 1mm/min (Bencor Multi-T, Danville Engineering Co., CA, EUA) pela medição da largura e espessura de cada espécime (0,5mm x 0,5mm a 3mm x 3mm). Após o teste, as fraturas foram avaliadas num microscópio óptico (Stereozoom, Baush & Lomb, NY, EUA) com 10X de aumento. Os autores demonstraram relação inversa entre a força de união adesiva e a área de superfície em todos os sistemas adesivos. Os maiores valores foram obtidos com o Clearfil Liner Bond 2, seguido pelo Scotchbond Multi-Purpose e o Vitremer. Os principais achados desse estudo foram o de que a resistência de união é dependente da área de superfície e o de que o teste de microtração, além de realizar medições múltiplas a partir de um mesmo dente, permite a medição de forças adesivas sem provocar falhas coesivas na dentina.

Carvalho et al. (1994) realizaram um estudo que avaliou o recém-criado teste de microtração para determinar a resistência de união adesiva de um sistema adesivo (Scotchbond Multi-Purpose, 3M) e um cimento de ionômero de vidro (Variglass Multi-Purpose Glass Ionomer Cement, Caulk Dentsply). Vinte terceiros molares não irrompidos foram extraídos e utilizados nesse estudo, dos quais removeram o esmalte oclusal num corte transversal ao longo eixo do dente. O esmalte periférico das faces mesial e distal foram removidos de maneira semelhante, e a superfície oclusal da dentina foi polida com lixa 600. Cada superfície dentinária foi tratada com um dos dois agentes adesivos e, em seguida, uma “coroa” de resina composta foi construída pela técnica incremental, a uma altura de 3mm e 5mm, utilizando-se resina composta ou ionômero de vidro, respectivamente. Fatias variando de 0,5mm a 3mm de espessura foram obtidas por cortes paralelos no sentido do longo eixo do dente, através do material e da dentina. Cada uma das fatias foi desgastada e refinada com pontas diamantadas de granulação superfina, de maneira a formar uma curva suave, com a menor largura na interface adesiva. A área da superfície adesiva foi calculada previamente à execução do teste, pelas medidas da largura e da espessura de cada espécime, as quais variaram de aproximadamente 0,5mm x 0,5mm a 2mm x 3mm. A área de superfície adesiva para o Scotchbond MP variou de 0,45mm² a 4,95mm², e para o Variglass, de 0,42mm² a 4,01mm². Os espécimes foram fixados a um dispositivo de testes com o auxílio de um adesivo à base de cianoacrilato e submetidos a teste de tração em uma máquina Instron a uma velocidade de travessa de 1mm/min. A força necessária para romper a adesão em quilogramas foi dividida pela área de secção transversal da união para obter os valores de resistência adesiva, os quais foram expressos em MPa. Após a realização do teste, a natureza da fratura de cada espécime foi observada sob microscópio de dissecação. Os resultados mostraram uma relação inversa entre a resistência à microtração e a área de superfície de união para ambos os materiais testados. Todavia, o Scotchbond MP apresentou maior resistência de união adesiva

do que o Variglass. Nenhuma fratura coesiva da dentina foi observada no grupo do Scotchbond MP, e todas as falhas foram consideradas de natureza adesiva. Em relação ao grupo Variglass, novamente nenhuma falha coesiva ocorreu na dentina. No entanto, várias falhas coesivas ocorreram no material. Para os autores, o teste de microtração, uma nova metodologia na época, oferecia várias vantagens em relação às técnicas convencionais. Entre elas destacaram a capacidade real de medição da resistência de união dos materiais testados, assim como a obtenção de um maior número de espécimes a partir de um único dente.

Al Salehi e Burke (1997) analisaram vários artigos com o objetivo de determinar o teste laboratorial que melhor pudesse representar aquilo que efetivamente ocorre na clínica e, assim, recomendar um teste padronizado e obter uma meta-análise na literatura sobre a resistência de união à dentina. Nesse estudo foram avaliados 50 artigos publicados em revistas odontológicas, escolhidos de forma aleatória. Os resultados foram contabilizados para análise e demonstraram que os testes de cisalhamento predominaram em 80% dos artigos. Foi utilizada dentina de molares humanos em 88% dos testes; água ou solução salina foi utilizada como meio de armazenagem em 86% das pesquisas; o tempo de espera para a realização dos testes foi de 24h em 68% dos casos; o diâmetro dos espécimes foi citado em 94% das pesquisas; o valor da carga aplicada foi de 0,5mm/min em 42% das pesquisas; e foi utilizada a máquina de teste Instron em 96% dos estudos verificados. No entanto, uma série de variáveis potenciais não foi registrada: espessura da camada híbrida; tipo e profundidade da dentina experimentada (superficial ou profunda); superfície dentinária úmida ou seca; e presença ou ausência de ciclagem térmica. Os autores enfatizaram que os testes mais amplamente utilizados foram os testes de tração e de cisalhamento. O teste de tração requer espécimes muito amplos para facilitar a sua fixação na máquina de testes. Uma crítica feita ao teste de cisalhamento foi que o modo de falha do adesivo é sempre realizado num plano predeterminado e isso nem sempre coincide com o modo de falha criado pelo adesivo. A

resistência de união adesiva média sob o teste de cisalhamento foi de 12,97MPa. O valor correspondente no teste de tração foi de 9,20MPa. Os vários artigos revisados demonstraram a necessidade de utilização de um teste que pudesse medir efetivamente a resistência interfacial dos adesivos. Nesse sentido, ter-se-ia um maior número de falhas adesivas, e não coesivas, do substrato. Uma boa alternativa seria a utilização do teste de microtração. Concluíram que é desejável haver maior padronização das variáveis existentes em qualquer método de teste utilizado. Tal padronização daria mais relevância aos achados laboratoriais e possibilitaria uma comparação mais verdadeira entre os resultados das diferentes pesquisas.

Screiner et al. (1998) realizaram um estudo para determinar qual método laboratorial (cisalhamento ou microtração) seria mais efetivo para avaliar a resistência de união adesiva de cinco sistemas adesivos dentinários (Scotchbond Multipurpose com ácido maléico; Scotchbond Multipurpose com ácido fosfórico; Scotchbond Multipurpose Plus; Clearfil Liner Bond System; e Prime e Bond). Trinta terceiros molares não irrompidos foram extraídos e agrupados em seis dentes por sistema adesivo para o teste de microtração. De maneira semelhante, 35 dentes adicionais, sete dentes por sistema adesivo, foram preparados para o teste de cisalhamento. Todos os espécimes após, a fratura, foram avaliados por microscopia óptica e por microscopia eletrônica de varredura para que fosse determinado o tipo de falha ocorrido. Os valores obtidos com o teste de microtração foram mais elevados do que com o teste de cisalhamento. Sob o teste de microtração, o produto Clearfil Liner Bond System mostrou-se mais efetivo que os demais. Sob o teste de cisalhamento, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, e um grande número de falhas de coesão ocorreu na dentina e no compósito (microscopia óptica). Ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), os espécimes submetidos ao teste de microtração demonstraram que a maioria das falhas foi coesiva no próprio adesivo, seguidas por falhas adesivas entre o adesivo e o compósito. Trinta e quatro por cento dos 35 espécimes submetidos ao teste de

cisalhamento falharam coesivamente na dentina. De maneira oposta, apenas 9% dos 150 espécimes submetidos ao teste de microtração falharam no interior da dentina. Para os autores, o método de microtração traduziu de uma maneira bastante efetiva a verdadeira resistência de união dos materiais adesivos testados. Diferentemente do teste de cisalhamento, que não mostrou nenhuma diferença entre os adesivos testados e no qual a maioria das falhas foi coesiva na dentina e no compósito, em vez de ocorrerem no adesivo propriamente dito, esse estudo comprovou que resultados distintos podem ser obtidos de acordo com o método de teste empregado.

Preocupados com a falta de dados que pudessem comparar de maneira mais adequada os diferentes métodos de avaliação da resistência de união à estrutura dentária, Cardoso, Braga e Carrilho (1998) realizaram um estudo que determinou a resistência de união à dentina sob teste de tração, microtração e cisalhamento com o uso de três sistemas adesivos (Single Bond; Etch & Prime; Scotchbond Multipurpose Plus). Segundo os autores, o teste de cisalhamento é o mais frequentemente utilizado, todavia o teste de tração convencional parece ser o mais adequado, embora seja muito sensível, pois pequenas alterações no espécime ou na distribuição de tensões durante a aplicação da carga causam grandes alterações nos resultados. O teste de microtração, além de apresentar maiores valores que aqueles obtidos pelo teste de tração convencional, permite o mapeamento da força de união adesiva em diferentes regiões ou profundidades da estrutura dental. Uma comparação entre os testes demonstrou que o teste de cisalhamento e o de tração convencional alcançaram médias estatisticamente similares. O teste de microtração apresentou o menor coeficiente de variação e a maior média entre os três testes utilizados. O Single Bond e o Scotchbond Multipurpose Plus apresentaram resultados estatisticamente semelhantes sob a realização dos três testes utilizados. Isso foi justificado pela presença de água em sua composição, o que facilita a penetração de resina no interior da rede de colágeno, independentemente da condição de umidade dentinária. Os autores

concluíram que o teste de microtração é uma alternativa interessante, porque possibilita boa padronização das dimensões dos espécimes, evitando discrepâncias de resultados. Quanto aos sistemas adesivos utilizados, esse experimento *in vitro* demonstrou que o sistema Etch & Prime pode ser tão efetivo quanto os sistemas de três etapas e seus resultados sugerem maior investigação *in vivo* para melhor avaliar seu desempenho clínico.

Armstrong; Boyer; Keller (1998) determinaram *in vitro* a resistência de união adesiva sob teste de microtração e o modo de falha sob microscopia eletrônica de varredura de dois sistemas adesivos (All-Bond 2; Bisco e Optibond FL; Kerr). Nesse experimento procedeu-se à remoção total do esmalte oclusal de 6 terceiros molares humanos extraídos, hígidos e congelados, e construiu-se em cada elemento dental uma coroa de resina composta com 6mm de espessura. Cada sistema adesivo foi utilizado sobre a superfície dentinária de três dentes, de acordo com as instruções de seu fabricante, e os espécimes foram obtidos mediante secções perpendiculares à junção adesiva (dentina/adesivo/resina), produzindo de seis a sete lâminas por elemento dental com espessura de 0,8mm - 0,9mm. A largura e a espessura de dentina remanescente a partir da junção adesiva até o corno pulpar mais próximo foram medidas com um micrometrômetro digital (Mitutoyo Corp., Japão). Sete dias após o procedimento adesivo foram realizados o teste de microtração e a análise em microscópio eletrônico de varredura para determinar a localização e o modo de falha. As falhas foram classificadas como sendo do tipo “interfacial” (somente na junção), “mista” (na junção e substrato) ou de “substrato” (somente na dentina ou compósito). Após a análise dos resultados, concluíram que a espessura de dentina remanescente não afetou a adesão dental. De maneira semelhante, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os dois grupos testados. Comentaram que o método de microtração mostrou-se bastante versátil ao permitir que múltiplas medições fossem realizadas a partir de um único dente ou de pequenas áreas de superfície de uma

restauração. Segundo os autores, nenhuma metodologia até então adotada possuía essas características.

Phrukkanon; Burrow; Tyas (1998) realizaram estudo *in vitro* para determinar que tipo de influência teria a área de superfície e o formato da área de secção transversa (cilíndrica ou retangular) sobre a resistência de união adesiva sob teste de microtração de quatro sistemas adesivos (Scotchbond MP Plus, 3M; OptiBond FL, Kerr; OptiBond Solo, Kerr; One Step, Bisco). Cinquenta molares humanos extraídos foram cortados verticalmente e o esmalte oclusal foi removido. Uma metade foi utilizada para o preparo dos espécimes cilíndricos e a outra metade para os espécimes retangulares. Em cada metade dental um bloco de resina composta foi confeccionado e aderido com os diferentes sistemas adesivos testados nesse estudo. Cada grupo foi dividido em três subgrupos, a fim de que os espécimes fossem preparados em uma área de superfície de $1,1\text{mm}^2$, $1,5\text{mm}^2$ ou $3,1\text{mm}^2$. As uniões foram submetidas ao teste de microtração e as superfícies fraturadas foram examinadas em microscópio eletrônico de varredura. Também foram confeccionados modelos para análise de elemento finito que simularam as áreas de secção transversa e que serviram para determinar a distribuição dos estresses. Após análise dos resultados, concluíram que nenhuma diferença foi determinada entre os espécimes cilíndricos e os retangulares e que os espécimes com área de união adesiva de $3,1\text{mm}^2$ apresentaram menor resistência adesiva do que os espécimes aderidos com área de superfície de $1,1\text{mm}^2$. Portanto, estabeleceu-se uma relação inversa entre a resistência de união adesiva e a área de superfície. Com relação à análise de elemento finito, houve uma relação direta entre a distribuição dos estresses e alguns padrões de fratura.

Yoshikawa et al. (1999) realizaram um estudo cuja hipótese foi testar o efeito que a configuração da cavidade (fator C) e a espessura remanescente de dentina poderia causar na força de união adesiva de um compósito sobre a dentina de assoalhos de cavidades classe I. O esmalte oclusal de cada um dos terceiros molares humanos extraídos foi desgastado até a

obtenção de uma dentina plana (grupo controle). Num outro grupo de dentes foram executadas cavidades com 3mm de comprimento e 4mm de largura, com 2mm de profundidade abaixo da superfície da dentina que havia sido planificada. Para avaliar a relação entre o fator C e a espessura de dentina remanescente, um outro grupo foi criado, no qual removeram-se as paredes cavitárias. Todos os dentes foram restaurados com resina composta (Clearfil Photo). Todavia, cada elemento dental foi aleatoriamente designado a receber um dos três diferentes sistemas adesivos dentinários (Clearfil Liner Bond II; One-Step, Super-Bond D Liner) utilizados nesse estudo. Após 24h de armazenamento com água, os dentes foram seccionados verticalmente em três ou quatro fatias com 0,7mm de espessura, e os espécimes foram preparados em forma de ampulheta, com a porção mais estreita (cerca de 1mm²) localizada na interface adesiva/dentina para a realização do teste de microtração. Os padrões de falha foram avaliados em microscópio eletrônico de varredura. Após a obtenção dos dados, concluíram que todos os grupos apresentaram força de união mais elevada junto à dentina superficial. Quando o fator C foi aumentado, houve redução na força de união em todos os sistemas adesivos. Sob microscópio eletrônico de varredura, os espécimes com elevada força de união (41,1MPa a 48,1MPa) exibiram falhas coesivas dentro da camada híbrida. Os espécimes que exibiram menor força de união (20MPa a 28MPa) apresentaram falhas no topo da camada híbrida. Os autores também enfatizaram que alguns sistemas adesivos não se unem bem à dentina profunda, tornando-se mais susceptíveis à contração de polimerização ou aos estresses da contração de polimerização que se desenvolvem em cavidades que têm elevados fatores de configuração.

Pashley et al. (1999) compararam o teste de microtração aos testes convencionais. Segundo os autores, os testes de tração e cisalhamento são úteis para avaliar baixas resistências de união adesivas (10MPa a 15MPa). Contudo, conforme as resistências de união aumentem (25MPa), tais métodos tornam-se ineficazes por ocasionar fratura coesiva no

substrato, e não na interface de união. Segundo os autores, a falha de coesão dentinária não significa que a união entre resina e dentina seja mais forte que a resistência intrínseca da dentina. Demonstra, isto sim, que ocorre um estresse não uniforme sobre alguma irregularidade da dentina, vindo a ocasionar a ruptura desse substrato. O teste descrito nesta revisão permite obter espécimes múltiplos a partir de um único dente, bem como comparar a adesão alcançada com uma dentina normal ou esclerótica, ou até mesmo afetada por cárie em várias regiões da estrutura dental. A pequena área de superfície avaliada (geralmente 1mm^2) consegue melhor distribuir o estresse durante a aplicação da carga devido a uma redução do número das irregularidades intrínsecas da dentina. Comparativamente aos métodos convencionais, que utilizam espécimes de grandes dimensões, o tamanho reduzido dos espécimes proporciona valores mais altos de resistência de união adesiva. Quando de sua introdução na literatura, em 1994, os espécimes eram amparados em forma de ampulheta previamente à aplicação da carga. Todavia, quando existe uma expectativa de baixa resistência de união adesiva (5MPa a 7MPa), o uso de uma caneta de alta rotação que apare o espécime pode causar falha prematura de união na interface, o que inviabiliza a execução do teste. Segundo os autores, a área de secção transversa também exerce forte efeito sobre a resistência de união. Portanto, é de fundamental importância que não exista diferença estatisticamente significativa nas áreas unidas de secção transversa entre os grupos experimentais. Outra grande vantagem do método é que a interface adesiva de dentes recém-restaurados, que tenham a sua extração programada e indicada por razões ortodônticas ou periodontais pode ser submetida ao teste de microtração após cortes seriados de sua estrutura para testar a durabilidade da restauração em longo prazo e sob o efeito do estresse oclusal *in vivo*. Nesse estudo os pesquisadores argumentaram que, apesar de os espécimes obtidos exigirem mais cuidados do que aqueles obtidos com os métodos convencionais, a

versatilidade do método oferece grande potencial para prover discernimento sobre a real resistência de união adesiva dos materiais utilizados em dentística restauradora.

Tanumiharja; Burrow; Tyas (2000) avaliaram a resistência de união adesiva sob teste de microtração em sete sistemas adesivos dentinários (Solid Bond, Heraeus Kulzer; EBS-Multi, ESPE; One Coat Bond, Coltène-Whaledent; Gluma One Bond, Heraeus Kulzer; Prime & Bond NT, Dentsply De Trey; PermaQuik, Ultradent; Clearfil Liner Bond 2V, Kuraray). Vinte e oito dentes recentemente extraídos foram aleatoriamente divididos em sete grupos e designados a um dos sete sistemas adesivos. A superfície oclusal de cada dente foi desgastada até a obtenção de uma superfície plana dentinária e os sistemas adesivos foram utilizados conforme as recomendações de cada fabricante. Resina composta (Silux Plus, 3M Dental Products, St Paul, MN) foi aplicada e polimerizada em três incrementos para produzir um bloco espesso de 4mm. As raízes foram removidas da coroa a aproximadamente 2mm da junção cimento/esmalte. O bloco composto de resina/dentina foi seccionado com o objetivo de se obterem de três a quatro espécimes de aproximadamente 2mm de espessura. Cada espécime sofreu um desgaste na interface resina/dentina, e um formato de ampulheta com 1,2mm de diâmetro foi obtido. Para cada material adesivo, dez espécimes foram submetidos ao teste de microtração. A espessura de dentina remanescente entre a superfície de união e a parte mais próxima da câmara pulpar foi mensurada, e esta variou de 2mm a 3mm. Após a execução do teste, as superfícies fraturadas foram examinadas a um aumento de 60 vezes num microscópio eletrônico de varredura (SEM 515; Phillips, Eindhoven, The Netherlands). Os sistemas adesivos testados revelaram consideráveis variações em suas forças de união. Entre os sistemas adesivos convencionais, o Solid Bond (17,8MPa) e o EBS-Multi (18,7MPa) apresentaram resistência de união adesiva significativamente menor do que seu análogo PermaQuik (30,8MPa). Os sistemas de frasco único One Coat Bond (21,9MPa) e o Gluma One Bond (23,4MPa) não foram significativamente diferentes entre si. Entre os sistemas

autocondicionantes, o Clearfil Liner Bond 2V (36,0MPa) apresentou maior resistência de união adesiva que seu análogo Prime & Bond NT (29,9MPa). Quando as forças de união foram comparadas entre os diferentes tipos de sistema, os do tipo convencional não foram significativamente diferentes dos sistemas de frasco único, exceto para o PermaQuik. Contudo, quando as resistências de união, seja dos sistemas convencionais ou de frasco único, foram comparadas com os sistemas autocondicionantes, constataram-se resistências de união significativamente mais baixas para os dois primeiros, exceto para o PermaQuik. A grande variabilidade de resultados não foi correlacionada à profundidade dentinária, e nenhuma falha coesiva na dentina foi observada para qualquer um dos sistemas adesivos examinados.

Mannocci et al. (2001) avaliaram a resistência de união de dois sistemas adesivos (All Bond 2; Panavia F) à dentina do canal radicular sob teste de microtração. Nesse experimento seis incisivos centrais, extraídos por motivos periodontais, foram tratados endodonticamente sem obturação do canal radicular. Os dentes foram cortados paralelamente a seus longos eixos, e cada metade foi aleatoriamente designada a um dos dois grupos experimentais. Após a realização do procedimento de adesão em cada um dos espécimes, uma camada de resina composta foi polimerizada, e os dentes foram mantidos úmidos à temperatura de 22°C por 24h. As amostras foram seccionadas perpendicularmente à interface adesiva em lâminas de 1,5mm de espessura, e cada uma das lâminas foi desgastada com uma ponta diamantada, estabelecendo-se uma região estreita (largura média de 0,5mm) exatamente na interface adesiva a ser testada. As amostras foram submetidas ao teste de microtração e também avaliadas com um microscópio confocal em um aumento de 25X. Após a análise dos dados obtidos, constatou-se que o valor médio foi praticamente o mesmo para os dois grupos experimentais, não havendo diferença estatisticamente significante entre os dois grupos. A maioria das amostras apresentou separação do adesivo na camada híbrida. Os autores também relataram que, para os dois sistemas adesivos testados, a resistência de união à dentina do

canal radicular foi levemente inferior àquelas obtidas com os sistemas adesivos mais modernos na dentina coronal.

Chen et al. (2001) realizaram estudo *in vitro* que objetivou comparar a resistência de união de dois sistemas adesivos dentinários disponíveis no mercado (Clearfil Liner Bond e Single Bond) e o modo de falha de dois tipos diferentes de teste (tração convencional e microtração sem desgaste). A dentina superficial foi exposta e aderida com resina composta mediante tratamento prévio com um dos sistemas adesivos. Após armazenagem em água (24h) para ambos os testes, os espécimes foram submetidos a falha e analisados em microscópio eletrônico de varredura para elucidar o modo de falha de cada espécime. As superfícies de fratura foram classificadas em quatro categorias: a) falha adesiva – fratura na interface entre o agente adesivo e a dentina infiltrada com resina; b) falha coesiva no agente adesivo; c) falha coesiva na dentina; e d) falha coesiva na resina composta. Concluíram que a média da resistência de união adesiva à dentina foi significativamente maior para os dois sistemas adesivos quando o método de microtração foi utilizado. Quando da comparação do sistema adesivo Clearfil Liner Bond com o Single Bond pelo método de tração convencional, ocorreram de 17% a 23% de falhas adesivas e de 30% a 44% de falhas coesivas. Para o teste de microtração, a falha adesiva foi significativamente maior que a falha coesiva na dentina, apesar do alto desvio padrão. Sugeriram que o teste de microtração, apesar de requerer mais tempo e atenção especial para o preparo dos espécimes, é capaz de fornecer informações mais detalhadas e precisas do desempenho adesivo que o teste de tração convencional.

Perdigão et al. (2001) realizaram estudo *in vitro* que determinou a resistência de união adesiva sob teste de microtração de três sistemas adesivos dentinários (Clearfil SE Bond/Kuraray; Primer & Bond NT/Dentsply Caulk; Single Bond/3M Dental) aplicados à dentina desmineralizada pelo ácido etilenodiaminotetracético (EDTA). Um total de 18 terceiros molares humanos livres de cárie foram utilizados, sendo o terço oclusal de cada coroa removido e uma superfície plana de dentina obtida paralelamente à superfície oclusal.

Os dentes foram cortados em duas metades simétricas ao seu longo eixo e recobertos com duas camadas de esmalte de unha, exceto na superfície dentinária oclusal. Uma metade serviu de controle e a outra metade foi designada a três períodos diferentes (1h; 24h ou 100h) de tratamento com EDTA a 0,5mol/L (pH: 7,4). As superfícies dentinárias de cada metade foram aderidas por diferentes tipos de sistemas adesivos, e os espécimes foram restaurados com resina composta Z 250 (3M Dental). Após 12h de armazenamento, cada qual foi seccionado e vários bastões foram obtidos com área de secção transversal de $0,9\text{mm}^2 \pm 0,2\text{mm}^2$. Os espécimes foram submetidos ao teste de microtração em uma máquina de teste universal (Instron), e as interfaces fraturadas foram analisadas sob um microscópio estereoluminoso com um aumento de 100X, a fim de se determinarem as modalidades de fratura. Concluíram que o grupo controle (não desmineralizado) apresentou resistências de união maiores do que os grupos experimentais (desmineralizados). A maior média de resistência de união foi obtida com o Clearfil SE Bond, embora não tenha sido estatisticamente significativa quando comparado com o Single Bond. Para os grupos tratados com EDTA durante 1h, o Clearfil SE Bond proporcionou uma resistência de união estatisticamente superior quando comparado com o Single Bond e o Prime & Bond. Para os autores, a provável justificativa para o melhor desempenho do sistema adesivo autocondicionante utilizado neste estudo está exatamente na sua menor capacidade de remoção de ions cálcio da dentina durante a sua aplicação.

Belli et al. (2001), preocupados com a freqüente infiltração de microorganismos na interface dente/restauração definitiva após terapia endodôntica e suas possíveis complicações, o que põe em risco o tratamento do canal radicular, realizaram um estudo laboratorial que teve como objetivo avaliar a resistência de união da dentina interna da câmara pulpar utilizando dois sistemas adesivos (C & B Metabond, Parkell; One Step, Bisco), sob teste de microtração. Os espécimes foram obtidos de terceiros molares humanos recentemente extraídos e seccionados em nível de câmara pulpar, a fim de que fossem criadas duas metade (superior e inferior). O tecido pulpar foi cuidadosamente removido, e os dentes foram

divididos em quatro grupos: grupo 1 (metades superior e inferior unidas com C & B Metabond, sem tratamento prévio com NaOCl a 5%); grupo 2 (metades superior e inferior unidas com C & B Metabond, pré-tratadas com NaOCl a 5%); grupo 3 (metades superior e inferior unidas com One Step, sem tratamento prévio com NaOCl a 5%); e grupo 4 (metades superior e inferior unidas com One Step, pré-tratadas com NaOCl a 5%). A resistência de união para os quatro grupos foi medida em quatro regiões distintas da câmara pulpar (parede do assoalho, paredes laterais, parede do teto e cornos pulpares). Após o procedimento adesivo de cada dente, foram obtidos vários filetes de 1mm x 1mm, com área de secção transversal de 1mm². A resistência de união foi medida por uma máquina de teste universal (John Chatillon & Sons, Greensboro, NC), sendo a carga máxima de fratura de cada espécime dividida pela sua respectiva área de secção unida e expressa em MPa. O modo de fratura foi avaliado por MEV. Os resultados obtidos, quando submetidos ao teste Anova, demonstraram haver diferenças significativas entre os grupos de teste ($p < 0,001$). O adesivo One Step Metabond produziu maior resistência de união para todos os grupos regionais de dentina da câmara pulpar, exceto com a parede do assoalho, quando comparado com o C & B Metabond. Todavia, os resultados demonstraram que os dois sistemas adesivos promovem boa resistência de união a todas as paredes da câmara pulpar, independentemente de serem pré-tratadas com NaOCl a 5%.

Cardoso et al. (2001), em estudo in vitro, investigaram o desempenho de três sistemas adesivos de frasco único sob teste de microtração para comparar três sistemas adesivos de frasco único e de composição similar (Prime & Bond 2.1; Prime & Bond NT com carga; Prime & Bond NT, uma versão sem carga). A hipótese testada foi a de que o adesivo contendo carga inorgânica apresentaria maior resistência de união adesiva que os demais grupos. Para esse experimento foram utilizados 27 molares humanos recentemente extraídos, com exposição da dentina oclusal. Os dentes foram aleatoriamente distribuídos entre os três adesivos dentinários, e uma resina composta com alta quantidade de carga (Surefil) foi

aplicada na área de união em cinco incrementos. Os filetes contendo resina composta e dentina foram obtidos utilizando-se um disco diamantado de dupla face, e os espécimes foram armazenados em água destilada por 24h, até a realização do teste com a máquina de teste universal. Os resultados obtidos demonstraram que a resistência de união à dentina variou de 28,3MPa a 87,6MPa. Para o Prime & Bond 2.1, de 54,3MPa \pm 15,6MPa. Para o Prime e Bond NT, foi de 62,0MPa \pm 17,6MPa; e para o Prime & Bond experimental NT, foi de 54,6MPa \pm 16,8MPa. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias obtidas. Entretanto, houve uma tendência de as forças de união maiores estarem associadas ao Prime & Bond NT. A nanocarga incluída em sua composição pode permitir maior absorção dos estresses desenvolvidos durante a polimerização do compósito e resultar numa distribuição de estresse mais uniforme. Os autores justificaram a metodologia empregada argumentando que o teste de microtração é mais confiável que os testes de tração convencional e de cisalhamento por apresentar menor coeficiente de variação e valores maiores de resistência de união. Outro detalhe abordado é que a distribuição do estresse, por ser mais homogênea, resulta sempre num maior número de falhas adesivas em relação às coesivas de substrato.

Takahashi et al. (2002) realizaram estudo in vitro que correlacionou a resistência de união à dentina com algumas propriedades mecânicas (resistência ao teste de microtração, dureza e módulo de elasticidade) de quatro sistemas adesivos com primer autocondicionante: Clearfil SE Bond/Kuraray; IniFil Bond/GC; Tokuso Mac-Bond II/Tokuyama; e Imperva Fluoro Bond/Shofu. Vinte terceiros molares humanos foram aleatoriamente distribuídos em quatro grupos, sendo em cada elemento dental removido o esmalte coronal a fim de ser obtida uma superfície plana de dentina no terço médio da coroa. Uma resina composta (Clearfil AP-X) de tonalidade A3 foi colocada incrementalmente sobre cada superfície dentinária tratada por um dos quatro sistemas adesivos utilizados. Após 24h, foram obtidas cinco fatias de aproximadamente 0,7mm de espessura paralelamente ao longo eixo do dente, cada uma redimensionada em forma de ampulheta para criar uma diminuta área de superfície de união

(1mm²) e, posteriormente, submetida ao teste de microtração, além de analisada sob microscopia eletrônica de varredura e classificada de acordo com o modo de fratura: tipo 1 (falha coesiva do sistema adesivo); tipo 2 (mista, parcialmente no sistema adesivo e parcialmente na resina composta); e tipo 3 (falha coesiva da dentina). A microdureza e o módulo de elasticidade foram medidos por meio de nanoindentação. Após análise dos resultados, concluíram que não houve diferenças significativas na resistência de união entre os quatro sistemas adesivos utilizados. Também não houve diferenças significativas entre os padrões de fratura. No entanto, a média de dureza para o Clearfil SE Bond foi significativamente maior que as médias dos outros três sistemas adesivos. A média do módulo de elasticidade para o Clearfil SE Bond e do Imperva Fluoro Bond foram significativamente superiores que a média do UniFil Bond e do Tokuso Mac-Bond II. Concluíram também que a resistência de união adesiva sob teste de microtração não foi significativamente correlacionada à dureza e ao módulo de elasticidade.

Kijsamanmith et al. (2002) realizaram estudo *in vitro* que investigou a resistência de união à dentina sob teste de microtração em nível de assoalho pulpar utilizando dois sistemas adesivos (Prime & Bond NT/Dentsply/Caulk; Clearfil SE Bond/Kuraray). Trinta e seis molares inferiores humanos extraídos por razões periodontais foram cortados horizontalmente 3mm acima da junção cimento/esmalte para expor a câmara pulpar, e o tecido pulpar foi removido cuidadosamente com uma cureta de dentina. Cada dente forneceu de dois a três espécimes em formato de barra, sendo a interface de união adesiva padronizada para produzir uma área de superfície unida de $1,0\text{mm}^2 \pm 0,2\text{mm}^2$ com um micrômetro digital (Mitutoyo). Cada espécime foi preso a um aparato chamado Bencor Multi-T Testing, com um adesivo à base de cianocrilato (Zap-It), e colocado sob estresse numa máquina de teste universal (Instron 5566 série 5000) numa velocidade de cruzeta de $1\text{mm}/\text{min}^{-1}$. A resistência de união foi calculada dividindo-se a carga máxima pela área de secção transversa unida, expressa em MPa. Após análise dos dados, concluíram que a média da resistência de união dos espécimes

submetidos ao sistema autocondicionador (Clearfil SE Bond) foi significativamente maior do que a média do grupo submetido ao sistema de frasco único (Prime & Bond NT). Os autores comentaram que a utilização de um ácido forte (34%) do sistema Prime & Bond pode ter sido bastante agressivo na ausência de lama e de tampões dentinários, a ponto de poder causar excesso de condicionamento e um subsequente colapso da rede de colágeno, o que pode ter impedido a penetração do sistema adesivo empregado, resultando numa camada híbrida deficiente. Concluíram que a boa adesão entre os materiais restauradores e a dentina é fator crucial para se oportunizar um bom selo marginal, reduzindo-se a microinfiltração e oferecendo uma vida mais longa às restaurações. Nesse sentido, a utilização de resina composta aderida a um sistema de união dentinária tem-se tornado um procedimento amplamente aceito durante o tratamento restaurador de dentes não vitais.

Reis; Bauer; Loguercio (2004), diante da falta de padronização metodológica entre diferentes estudos que empregam o teste de microtração, tais como tempo de armazenamento do espécime, formato do espécime, velocidade de corte durante a preparação do espécime, apreensão dos espécimes, velocidade de travessa durante o teste, entre outros, realizaram um estudo *in vitro* que teve como objetivo avaliar a influência de diferentes velocidades de travessa sobre a resistência de união à microtração de dois sistemas adesivos (Single Bond/3M ESPE, St Paul, MN, EUA; Clearfil SE Bond/Kuraray, Osaka, Japão). Uma superfície plana de dentina foi obtida em dez dentes, sendo cada metade (n=5) aderida a um dos sistemas adesivos utilizados. Resina composta (Z 250, 3M ESPE) foi inserida sobre a dentina na forma de “coroa”, e filetes com área de secção transversal de aproximadamente 0,8mm² foram obtidos paralelamente ao longo eixo do dente. Os filetes de cada dente foram divididos aleatoriamente em cinco grupos para serem testados sob diferentes velocidades de travessa: 0,1mm/min; 0,5mm/min; 1,0mm/min; 2,0mm/min e 4,0mm/min e submetidos ao teste de microtração. Concluíram que, diferentemente do que ocorre com o teste de cisalhamento, a velocidade de travessa não influenciou os valores da resistência de união sob microtração.

Justificaram seus valores ponderando que espécimes para o teste de microtração são pequenos demais para apresentar defeitos estruturais. Conseqüentemente, as tensões na interface adesiva são freqüentemente uniformes, independentemente de variações nas velocidades de travessa.

2.3 CLAREAMENTO DENTAL E ADESÃO À DENTINA

Berger (1981), em seu artigo clínico, discorreu sobre as principais causas do escurecimento dental: hemorragia pulpar causada por traumatismos; hemorragia após remoção pulpar; material necrótico na câmara pulpar (polpa necrosada); restos necróticos na câmara pulpar (acesso endodôntico inadequado); certos materiais obturadores (óxido de zinco e eugenol, soluções contendo iodofórmio, etc.); certos materiais restauradores (amálgama); e fatores intrínsecos (tetraciclinas, etc.). Salientou que, infelizmente, a maioria das causas é iatrogênica. Assim, os maiores cuidados com o paciente devem ser no sentido preventivo, tomando-se o devido cuidado durante o tratamento endodôntico para que todas as etapas do tratamento sejam executadas com precisão. A coloração dental é resultante da sobreposição de algumas cores: azulada do esmalte, marfim da dentina, e vermelha da polpa. Conseqüentemente, após uma simples remoção pulpar, pode haver algum tipo de alteração de cor. São pré-requisitos essenciais para a realização do clareamento obturação hermética do conduto radicular e coroa dental com razoável estrutura dental.

Torneck et al. (1990) realizaram uma pesquisa *in vitro* que avaliou o efeito do tempo de exposição de uma solução de peróxido de hidrogênio a 37% sobre a resistência de união

adesiva ao esmalte bovino sob teste de tração e cisalhamento. Os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos: grupo 1 experimental (dentes imersos em solução clareadora de peróxido de hidrogênio a 35% por 5min ou 30min e condicionados com ácido fosfórico a 37% durante 1min); grupo 2 controle (imersos em solução salina por 5min ou 30min e condicionados com ácido fosfórico a 37% durante 1min); grupo 3 experimental (as superfícies foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 60s e posteriormente tratadas da mesma forma que o grupo 1); e grupo 4 controle (as superfícies foram tratadas com ácido fosfórico a 37% por 60s e posteriormente tratadas da mesma forma que o grupo 2). Os dentes foram aderidos à resina composta e submetidos aos testes de tração e cisalhamento em tempos diferentes (1 dia ou 7 dias). Em cada subgrupo, um dente foi selecionado aleatoriamente e preparado para o exame em MEV. Após análise estatística dos resultados, os autores concluíram que houve redução altamente significativa na resistência de união adesiva entre a resina e o esmalte clareado com peróxido de hidrogênio. Tal redução foi dependente do tempo de exposição, isto é, os dentes clareados por 30min apresentaram maior redução da resistência de união adesiva com a resina composta do que os dentes clareados durante 5min. No entanto, a resistência de união adesiva entre a resina e o esmalte clareado não foi afetada pelo condicionamento realizado previamente à exposição da solução clareadora, assim como o armazenamento em água destilada (1 dia ou 7 dias) previamente à execução do teste de tração ou cisalhamento. Ao exame microscópico de varredura, a falha dos espécimes tratados com peróxido de hidrogênio ocorreu na interface resina/esmalte. Tal falha foi associada com as áreas de resina não aderidas devido a alterações na qualidade da resina, causadas pela presença de oxigênio residual.

Falleiros e Aun (1990) descreveram em um artigo clínico a técnica de clareamento para dentes não vitais, apontando os cuidados e os riscos inerentes a esse procedimento. Segundo os autores, o grau da alteração de cor é proporcional ao tempo de ação da causa, e o escurecimento tende a intensificar-se com o passar do tempo. Os agentes clareadores

freqüentemente utilizados são o Superoxol ou Peridrol (peróxido de hidrogênio a 30% diluído em água destilada) e o perborato de sódio. Investigando o prognóstico de dentes clareados, afirmaram que, quanto mais difícil for o clareamento, maior será a possibilidade de recidiva. Relataram que trabalhos *in vitro* demonstram uma significativa redução na adesividade da resina composta à dentina e ao esmalte após a exposição ao peróxido de hidrogênio a 30%. Apesar de reabsorções radiculares externas posteriores ao clareamento, que ocorrem no terço cervical da raiz, a sua ocorrência não é um fato raro. O superoxol pode desnaturar a dentina, que se torna um corpo estranho, e vir a desencadear esse processo de reabsorção. Bactérias provenientes do ligamento periodontal ou câmara pulpar também podem colonizar os túbulos dentinários vazios, causando inflamação do ligamento periodontal e reabsorção radicular progressiva. O pH ácido criado no cimento e na dentina após a aplicação de produtos químicos como o superoxol e o perborato de sódio também pode propiciar a reabsorção dental. O hidróxido de cálcio utilizado após o clareamento dental exerce ação basificante sobre os tecidos dentais, influenciando ativamente sobre o sítio de reabsorção. Segundo os autores, o clareamento não enfraquece a estrutura dentária.

Haywood (1992) publicou um artigo sobre a história, a segurança e a eficácia das técnicas de clareamento em uso na época. Informou que o peróxido de hidrogênio está presente naturalmente no corpo, até mesmo nos olhos, em baixas concentrações. Em concentrações mais elevadas, ele é bacteriostático e em concentrações extremamente altas é mutagênico. Ao citar a técnica de clareamento não vital, afirmou que a técnica de clareamento mediato é provavelmente a técnica mais popular para clarear dentes não vitais. O autor preconiza um curativo com peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio na câmara pulpar, com troca do curativo entre 2 e 7 dias. Em que pesem os relatos de sensibilidade provocada pelo extravasamento do agente clareador pela região cervical dos dentes submetidos a essa técnica de clareamento, o autor enfatiza que apenas 10% dos dentes não apresentam uma junção cimento/esmalte intacta. Ainda, informou que a maioria dos trabalhos

sugeriu eliminar o condicionamento ácido com ácido fosfórico prévio ao tratamento clareador em esmalte. Quanto ao efeito do clareamento sobre a adesão de resina composta ao esmalte condicionado, relatou que ocorreram reduções da resistência de união descritas por várias autores e que essa redução poderia ser atribuída ao oxigênio residual no dente.

Rotstein; Lehr; Gedalia (1992) avaliaram *in vitro* o efeito de diferentes agentes clareadores sobre a solubilidade e a porcentagem dos componentes inorgânicos da dentina e do cimento em dentes humanos. Após os tecidos terem sido triturados, foram clareados de acordo com o seu respectivo grupo experimental: clareado com peróxido de hidrogênio a 30%; clareado com peróxido de hidrogênio a 3%; clareado com perborato de sódio diluído em peróxido de hidrogênio a 30%; clareado com perborato de sódio diluído em água destilada. Cada um dos agentes clareadores agiu por intervalos de tempo diferentes: 15min; 1h; 24h e 72h. Um espectrofotômetro de absorção atômica foi utilizado para analisar o grau de dissolução dos pós de dentina e cimento (quantidade de cálcio). Para a determinação do material inorgânico, 5mg de cada tecido foram incinerados em um forno a 600°C. Concluíram que os agentes clareadores causaram redução dos componentes orgânicos da dentina e do cimento, o que aumentou a porcentagem de material inorgânico. Os maiores aumentos ocorreram com os pós de cimento e dentina clareados com peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio diluído em peróxido de hidrogênio a 30% nos períodos de tratamento mais prolongados (24h e 72h). A porcentagem de material inorgânico após o tratamento com perborato de sódio diluído em água destilada em todos os períodos não foi significativamente diferente da do grupo controle. Entretanto, para o cimento houve um pequeno aumento na porcentagem de material inorgânico, provavelmente devido à sua maior permeabilidade.

Stokes et al. (1992) realizaram estudo *in vitro* utilizando o teste de cisalhamento para avaliar a resistência de união ao esmalte humano pré-tratado com peróxido de hidrogênio a 35% e peróxido de carbamida a 10%. Trinta terceiros molares humanos hígidos foram aleatoriamente divididos em três grupos: grupo A (controle): não clareado; grupo B: clareado

com peróxido de hidrogênio a 35% durante 2h; grupo C: clareado com peróxido de carbamida a 10% durante 14 dias. Posteriormente a esta divisão e tratamentos realizados, todos os dentes foram aderidos a uma resina composta híbrida (Valux, 3M Dental Products) e submetidos ao teste de cisalhamento. Após a análise dos resultados, concluíram que houve ampla variação nos valores de resistência de união em cada grupo. Além disso, houve diferença estatisticamente significativa quando a resistência de união média entre o grupo controle e os grupos clareados foi comparada. O pré-tratamento com peróxido de hidrogênio a 35% ou peróxido de carbamida a 10% reduziu significativamente a adesão entre resina e esmalte. Salientaram que cuidado deve ser tomado quando um procedimento adesivo sucede-se a esse tratamento.

Baratieri et al. (1993) abordaram os pré-requisitos necessários para a execução do clareamento não vital em dentes tratados endodonticamente, tais como: obturação hermética do canal radicular; integridade da coroa; remoção total da dentina cariada quando presente; e substituição prévia das restaurações deficientes. Descreveram a tática operatória e dividiram-na em dois tipos: técnica mediata e imediata. Dependendo da seleção do caso, a opção poderia ser por uma associação de ambas. Segundo os autores, o isolamento absoluto, a abertura coronária correta, a remoção de aproximadamente 3mm de guta-percha na entrada do canal radicular, o selamento hermético da região cervical da raiz, a aplicação de ácido fosfórico, a colocação do agente clareador no interior da câmara pulpar e o selamento do curativo de demora com resina composta seguida pela aplicação de um sistema adesivo são fatores que devem ser seguidos à risca durante a técnica mediata de clareamento para dentes não vitais. Ressaltaram ainda que, após cada aplicação do agente clareador (3 a 7 dias), tantas quanto forem necessárias para que a cor desejada seja alcançada, um último curativo de demora precisa ser realizado com pasta de hidróxido de cálcio e assim permanecer por pelo menos 7 dias. Afirmaram que o prognóstico dos dentes clareados está na dependência da etiologia da alteração de cor, do tempo de escurecimento, da técnica de clareamento e da restauração

adequada do dente. O risco da reabsorção dentinária externa na região cervical do dente pode estar associado a difusão do agente clareador nessa região, a trauma previamente ao clareamento, a aplicação de calor durante a execução da técnica imediata ou, ainda, a falta de selamento correto na região cervical da raiz previamente à realização do clareamento.

Garcia-Godoy et al. (1993) avaliaram *in vitro* e sob teste de cisalhamento a resistência de união ao esmalte dental clareado com um gel à base de peróxido de carbamida a 10%. Um total de 45 molares humanos hígidos foram distribuídos aleatoriamente em três grupos: grupo 1: controle, não clareados; grupo 2: clareados durante 1h com o agente clareador à base de peróxido de carbamida a 10% (Rembrandt Lighten Bleaching Gel); e grupo 3: clareados durante 24h com o mesmo gel clareador. Todos os dentes foram aderidos à resina composta e submetidos ao teste de cisalhamento, e o modo de falha foi observado em microscópio óptico de 40X. Os resultados revelaram que os grupos 1 e 2 foram significativamente diferentes do grupo 3, isto é, houve perda significativa da resistência de união ao esmalte clareado durante 24h com o gel clareador.

Demarco e Garone Netto (1995) demonstraram em sua revisão sobre clareamento de dentes não vitais que os melhores resultados ao longo dos anos foram obtidos com o peróxido de hidrogênio a 30% e o perborato de sódio. Sobre os efeitos adversos provenientes desse tratamento, relataram que a diminuição da resistência à fratura, a reabsorção dentinária externa, a recidiva do manchamento e a diminuição da adesão aos materiais restauradores sempre foram os mais freqüentes. Com base em vários relatos, o esmalte clareado e aderido, submetido aos testes de tração convencional e de cisalhamento, demonstrou diminuição na resistência de união. A falha adesiva ocorreu primariamente na interface resina/esmalte, o que foi explicado pela presença de peróxido de hidrogênio residual na superfície ou devido a uma alteração química ou estrutural do esmalte. A estocagem em água durante um dia previamente à realização do condicionamento ácido e aplicação do adesivo restaurou em parte a adesividade. Tal fato foi também justificado pela remoção parcial do peróxido de hidrogênio

residual da superfície. Concluíram que os dentes submetidos ao clareamento com peróxido de hidrogênio apresentam redução na adesividade dos materiais restauradores durante os primeiros dias. Portanto, deve-se esperar, no mínimo, uma semana entre o final do clareamento e a restauração final do dente.

Baratieri et al. (1995) apresentaram algumas diretrizes para o clareamento de dentes não vitais, bem como um protocolo clínico para a técnica. Segundo os autores, a etiologia da alteração de cor, freqüentemente, está localizada na câmara pulpar, o que provoca o escurecimento na porção mais interna da dentina. Comentaram que a alteração de cor provocada por hemorragia ou degradação pulpar freqüentemente é corrigida com a técnica clareadora. O clareamento ocorre devido à grande permeabilidade oferecida pela estrutura dental ao peróxido de hidrogênio, que é capaz de difundir-se através da estrutura dental, provocando oxidação e redução das moléculas causadoras do manchamento dental. A seleção do caso é de extrema importância para a execução do tratamento clareador de forma efetiva e segura. Todavia, o resultado de tal terapia ainda é imprevisível e muitas vezes bastante limitado. Dentro da tática operatória, deram ênfase ao tampão biológico com hidróxido de cálcio, que tem como objetivo manter um meio alcalino durante e após o clareamento. Segundo os autores, o condicionamento com ácido fosfórico previamente à realização do tratamento clareador é opcional, pois não altera o resultado final do tratamento. O curativo de demora com hidróxido de cálcio durante 7 dias tem a intenção de alcalinizar o pH na região cervical do dente, oferecendo meio adequado de reparar qualquer dano possível ao ligamento periodontal na região cervical, bem como permitir a eliminação do oxigênio residual capaz de interferir no processo de polimerização dos materiais restauradores adesivos. Apesar dos riscos inerentes à técnica, comentaram que todo procedimento clínico envolve risco. Muitas vezes os riscos não justificam a continuação do tratamento. Todavia, em outras ocasiões, os riscos podem ser minimizados quando os fatores etiológicos são conhecidos e dispõe-se de recursos para que eles sejam evitados.

Rotstein et al. (1996) avaliaram o efeito que alguns materiais clareadores poderiam causar sobre os tecidos duros dentais mediante o emprego de microscopia eletrônica de varredura e análises de espectrofotometria de dispersão de energia. Esse estudo foi realizado em 21 pré-molares humanos hígidos, recentemente extraídos por motivos ortodônticos e seccionados no sentido vestibulolingual após a remoção de dois terços apicais da raiz. Cada um dos seis grupos experimentais com seis amostras foi tratado com um dos seguintes tratamentos: solução aquosa de peróxido de hidrogênio a 30% (Hadassah Pharmaceuticals, Jerusalém, Israel); solução aquosa de peróxido de carbamida a 10% (Sigma Chemical Co., St Louis); pasta recentemente preparada de perborato de sódio (BDH Chemicals, Poole, Inglaterra) misturado com água (2g/ml); três géis clareadores caseiros preparados comercialmente, Nu Smile (M&M Innovations, Brunswick); Opalescence (Ultradent, South Jordan); e DentlBright (Cura Pharmaceuticals, Jacksonville). Outras seis amostras foram tratadas com solução salina e constituíram-se no grupo controle. Os níveis de cálcio, fósforo, enxofre e potássio no esmalte, dentina e cemento de cada amostra foram medidos por meio de um microscópio eletrônico de varredura (JSM-804 A) e um espectrômetro de energia dispersiva (JEOL, Tóquio, Japão). Os resultados desse estudo indicaram que a maioria dos agentes clareadores examinados causa alterações nos níveis de cálcio, fósforo, enxofre e potássio nos tecidos duros dentais. De maneira geral, houve diminuição maior da proporção entre cálcio e fósforo em nível de cemento e dentina do que em nível de esmalte. A solução aquosa de peróxido de hidrogênio a 30% foi o único material que reduziu significativamente a proporção entre cálcio e fósforo em todos os tecidos. A solução aquosa de peróxido de carbamida a 10% e o gel comercial Opalescence reduziram significativamente a proporção entre cálcio e fósforo da dentina e do cemento. O DentlBright e o Nu Smile também reduziram a proporção destes elementos na dentina e no cemento. Contudo, o efeito do DentlBright foi mais significativo em nível de dentina, enquanto o Nu Smile foi mais significativo em nível de cemento. Outro detalhe também observado pelos autores é o de que

todos os géis comercialmente preparados reduziram a proporção entre cálcio e fósforo na dentina e no cimento, embora suas concentrações de peróxido de carbamida fossem diferentes (10% e 15%, respectivamente). Isso indicou que outros componentes de sua composição podem ter causado essas alterações. O cimento foi o tecido que apresentou as maiores alterações do componente enxofre. Alterações no nível de potássio ocorreram em todos os tecidos. Entretanto, diminuições foram observadas mais freqüentemente na dentina. Os autores concluíram que os materiais clareadores podem afetar adversamente os componentes dos tecidos duros dentais.

Preocupados com a publicação de alguns relatos mostrando alterações na estrutura dental, Zalkind et al. (1996) conduziram um estudo que teve como objetivo avaliar o efeito dos materiais clareadores mais comumente utilizados sobre a morfologia do esmalte, da dentina e do cimento, assim como correlacionar os possíveis efeitos com os níveis de cálcio e fósforo nesses tecidos. Dezoito pré-molares humanos intactos e recentemente extraídos por motivos ortodônticos foram utilizados sem os dois terços apicais da raiz. Cada coto dental remanescente foi cortado longitudinalmente no sentido vestibulolingual em dois segmentos iguais. Os segmentos foram divididos em seis grupos experimentais com seis amostras cada, tendo sido seis amostras adicionais utilizadas como controle. Cada grupo experimental foi tratado com um dos seguintes materiais clareadores: solução aquosa de peróxido de hidrogênio a 30% (Hadassah Pharmaceutics, Jerusalém, Israel); solução aquosa de peróxido de carbamida a 10% (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA); pasta de perborato de sódio recentemente preparada (BDH Chemicals, Poole, UK) misturada com água (2g/ml); três géis clareadores disponíveis comercialmente, Nu Smile (M&M Innovations, Brunswick, GA, USA); Opalescence (Ultradent, South Jordan, UT, USA); DentlBright (CuraPharm, Jacksonville, FL, USA). As seis amostras que serviram como controle foram tratadas com solução salina. A observação da morfologia de superfície foi realizada mediante o emprego de um microscópio eletrônico de varredura 505 (Phillips, Eindhoven, Holanda). Os resultados

desse estudo indicaram que a maioria dos materiais clareadores testados provoca alterações morfológicas na superfície do esmalte, da dentina e do cimento, sendo o cimento mais afetado do que o esmalte e a dentina. Segundo os autores, isso pode ser atribuído à maior concentração dos componentes orgânicos no cimento. Portanto, caso alguns materiais clareadores sejam considerados relativamente seguros ao esmalte e à dentina, estes devem ser criteriosamente observados em relação ao cimento. Todos os géis clareadores disponíveis comercialmente alteraram a morfologia superficial do esmalte, apesar de apresentarem concentrações diferentes de peróxido de carbamida (de 10% a 15%). Portanto, qualquer outro componente de um gel clareador pode causar alteração na estrutura morfológica dos tecidos dentais. Outro aspecto também abordado pelos autores é que, apesar de os três géis comercialmente disponíveis terem um pH que variava entre 6,0 e 6,5, alguns dos géis também alteraram a superfície dos tecidos duros dentais, similarmente às soluções aquosas de peróxido de hidrogênio, que é altamente ácido. Isso indicou que tais alterações morfológicas não estão relacionadas exclusivamente ao pH do produto. Outro objeto de investigação desse estudo foi correlacionar as alterações morfológicas dos tecidos duros dentais com os níveis de cálcio e fósforo. Todavia, nenhuma correlação consistente foi encontrada entre os achados morfológicos e suas análises histoquímicas. O peróxido de carbamida reduziu significativamente a proporção entre cálcio e fósforo na dentina e no cimento, embora, morfológicamente, as alterações provocadas por esse agente não tenham sido severas. Os autores argumentaram que descrições em microscopia eletrônica de varredura da morfologia superficial dos tecidos duros dentais clareados devem ser complementadas com dados adicionais obtidos em análises de espectrometria dispersiva de energia de minerais e também com estudos perfilométricos e de microdureza.

Swift Jr. (1997) discorreu a respeito das implicações dos procedimentos clareadores na odontologia restauradora. Para o autor, a diminuição da resistência de união adesiva à estrutura dental causada pelos agentes clareadores estaria relacionada à presença de oxigênio

residual nos poros de esmalte, dentina ou no fluido dentinário, o que poderia inibir a polimerização dos sistemas adesivos. Com relação à possível diminuição da dureza superficial das resinas compostas, estas seriam clinicamente insignificantes. Da mesma forma, nenhuma alteração foi observada com as cerâmicas e com os agentes cimentantes. Entretanto, a quantidade de mercúrio liberada das restaurações de amálgama nas soluções de peróxido eram significativamente altas. Alterações macroscópicas na superfície de alguns materiais restauradores temporários poderiam ser observadas, assim como a descoloração de algumas restaurações temporárias à base de metacrilato poderia torná-las alaranjadas. Nesse mesmo artigo, o autor ainda fez algumas considerações clínicas acerca da integração do tratamento clareador e das técnicas restauradoras, apontando alguns cuidados a serem tomados com as restaurações de resina composta ou cerâmica feitas prévia ou posteriormente ao tratamento clareador.

Barkhordar; Kempler; Plesh (1997) realizaram um estudo *in vitro* para avaliar os efeitos do clareamento não vital sobre a microinfiltração na interface dente/restauração de resina composta. Neste estudo, trinta e seis incisivos humanos recentemente extraídos foram selecionados e divididos em quatro grupos. Todos os grupos, exceto o grupo 1 (controle, não clareados), foram clareados com peróxido de hidrogênio a 30% associado com perborato de sódio. O grupo 2 foi clareado por 2 dias; o grupo 3 foi clareado por 4 dias; e o grupo 4 foi clareado por 7 dias. Duas a 4h após o término do tratamento clareador, as cavidades foram restauradas com o sistema adesivo Scotchbond Multiuso (3M Dental) e com a resina composta Silux Plus (3M Dental). Todos os dentes de todos os grupos foram submetidos ao teste de microinfiltração. Concluíram que a quantidade de pigmentação se elevou com o aumento do tempo de clareamento. Segundo os autores, suspeita-se que o peróxido de hidrogênio cause desnaturação protéica dos componentes orgânicos da dentina e do esmalte, alterando a proporção orgânica/inorgânica, com um aumento do componente inorgânico.

Tames; Grando; Tames (1998) realizaram estudo *in vitro* em 16 amostras obtidas a partir de oito terceiros molares inclusos, nos quais foram delineadas áreas experimentais de 32mm² (4mm x 8mm), localizadas nas superfícies vestibular e lingual de cada dente. As amostras permaneceram imersas por 4 semanas em agente clareador dental à base de peróxido de carbamida a 10% (Opalescence, Ultradent Products), sendo posteriormente analisadas com microscópio eletrônico de varredura com aumentos variando de 32 vezes a 10.000 vezes. Algumas amostras foram fraturadas perpendicularmente à superfície externa do esmalte, com a finalidade de observar alterações do esmalte em profundidade, sendo submetidas ainda à análise de espectrofotometria de dispersão de energia (EDE), para determinação semiquantitativa e qualitativa elemental das estruturas globulares presentes. Ao final desse estudo, os autores concluíram que houve aumento da porosidade superficial do esmalte clareado, com uma frequência de poros visivelmente maior, apresentando o formato afunilado em muitas ocasiões. Em todas as amostras analisadas, houve aumento no diâmetro dos poros de esmalte. Sob espectrofotometria de dispersão de energia foram encontrados íons cálcio e fósforo, o que sugeriu a presença de fosfato básico de cálcio, um produto da dissolução da hidroxiapatita, possivelmente causada pela ação do peróxido de carbamida a 10%. Os autores também argumentaram que o padrão das alterações encontradas na superfície do esmalte aproximou-se daquele observado em lesões de erosão dental causadas pelo contato do esmalte dental com refrigerantes e sucos cítricos em curtos períodos de exposição. As alterações das camadas subsuperficiais evidenciaram um efeito prejudicial do uso de agentes clareadores à base de peróxido de carbamida a 10% sobre o esmalte dental. Com base nos resultados acima, sugeriram o bom senso na indicação da técnica, evitando o seu uso indiscriminado. Recomendaram a utilização de uma terapia racional e diária de flúor durante o tratamento clareador para auxiliar na minimização da erosão superficial. Além disso, deveria existir aconselhamento dietético adequado ao paciente, especialmente durante o período de tratamento, para reduzir o consumo de produtos ácidos e comprovadamente erosivos, tais

como refrigerantes, frutas e sucos cítricos, bebidas desportivas, pickles, vinagrados e outros, bem como orientação para evitar situações de abrasão (escovação dental com dentifício abrasivo) imediatamente após a remoção das moldeiras com o agente clareador.

Bonfim; Anauate Netto; Youssef (1998) realizaram um levantamento bibliográfico que abordou a utilização dos agentes clareadores utilizados para o clareamento de dentes vitais e não vitais, bem como os seus mecanismos de ação e possíveis efeitos adversos. Devido ao baixo peso molecular do peróxido de carbamida, este atravessa a estrutura dental e clareia as regiões mais profundas do dente. Contudo, nenhuma alteração de cor significativa pode ser observada em coroas, resina composta ou qualquer outro material restaurador estético. Isso acarreta, freqüentemente, a necessidade de substituição das restaurações após o clareamento bem-sucedido. Citaram que, para o clareamento de dentes não vitais, o perborato de sódio e o peróxido de hidrogênio a 30% (água oxigenada 100 volumes) podem ser utilizados combinados ou separadamente. A técnica mais freqüentemente indicada inclui o método “termocatalítico” (combinação do agente clareador com calor) associado ao método “walking bleach” (agente clareador colocado na câmara pulpar de 3 a 7 dias). Ambos podem ser repetidos, até a obtenção de um resultado estético satisfatório. Os autores destacaram que o principal efeito colateral reportado é o risco da reabsorção cervical da raiz. Esta, todavia, é dependente da ação do calor (técnica “termocatalítica”), da história de trauma previamente ao clareamento ou do pH alterado nessa região em virtude da ação do agente clareador. A base colocada na entrada do canal radicular, previamente ao tratamento clareador, também é um fator preponderante para evitar reabsorção radicular, principalmente quando esta é colocada em nível da junção amelocementária. Os autores também citaram redução na resistência de união adesiva ao esmalte recém-clareado, principalmente quando da utilização do peróxido de hidrogênio a 35%. Essa redução inicial pode ser atribuída ao oxigênio residual que permanece na superfície do esmalte e que pode interferir na polimerização da resina composta. Isso justifica um tempo de espera de 7 a 14 dias para a realização do tratamento restaurador.

Concluíram que é praticamente impossível comparar todas as técnicas de clareamento em função da grande diferença dos procedimentos realizados, produtos utilizados e resultados obtidos. A correta restauração após o clareamento intracoronário previne a fratura, embora deva ser realizada somente após um tempo de espera (14 dias), decorrido o tratamento clareador.

Assis e Albuquerque (1999) dissertaram em seu artigo clínico sobre a etiologia e o prognóstico da alteração de cor de origem endodôntica. Destacaram que o risco da reabsorção radicular cervical externa pode ser bastante diminuído quando da utilização de um “tampão” intracoronário na região cervical, quando da utilização de uma mistura clareadora menos cáustica (perborato de sódio e água oxigenada a 20 volumes) na ausência de calor e quando da utilização de uma pasta de hidróxido de cálcio como curativo de demora após a realização do clareamento. Comentaram que é possível obter-se ótimo resultado estético com uma técnica de baixo custo e relativamente simples de ser realizada. De maneira semelhante, a utilização de uma pasta de perborato de sódio e água na ausência de calor é tão efetiva quanto o emprego de um curativo de demora com superoxol (água oxigenada a 30%) e calor.

Matis et al. (1999) conduziram estudo *in vivo* que examinou o efeito do tempo na degradação de um produto à base de peróxido de carbamida a 10% (Opalescence, Ultradent Products Inc.). Quinze adultos (seis homens e nove mulheres) foram selecionados, com a condição de terem o incisivo central superior direito com pelo menos 9mm de comprimento e 8mm de largura. Uma moldeira personalizada foi fabricada para cada participante da pesquisa com reservatórios de 0,5mm na superfície vestibular dos dentes superiores (dentes 14 a 24) e cuidado foi tomado para que não extravazassem gel clareador. Cada participante foi submetido ao tratamento clareador por 15s, 1h, 2h, 4h, 6h e 10h. Foi solicitado aos participantes para que não comessem, bebessem ou falassem durante o uso da moldeira. Os procedimentos foram repetidos semanalmente por três semanas para que houvesse a reprodutibilidade da metodologia. Ao final de cada período, uma pequena amostra do gel

clareador foi coletada para análise da moldeira, do reservatório do dente 24 e do gel aderido aos dentes. As amostras foram analisadas pelo método recomendado pela farmacopéia dos EUA, tendo os resultados indicado que as medições obtidas do mesmo paciente em diferentes semanas foram similares. O peróxido de carbamida degradou de uma maneira exponencial após a primeira hora e o índice de degradação do peróxido de carbamida a 10% foi mais alto nas áreas próximas à estrutura dental. A porcentagem de peróxido de carbamida diminuiu à medida que os intervalos aumentaram, isto é, 87% a 15s; 64% a 1h; 52% a 2h; 35% a 4h; 24% a 6h; e 10% a 10h.

Wattanapayungkul et al. (1999), preocupados com o grau de degradação que o peróxido de carbamida a 10% poderia sofrer durante as primeiras horas do tratamento clareador, conduziram um estudo clínico em 15 pacientes que melhor pudesse elucidar essa questão. Para os autores, o conhecimento do padrão de degradação do gel seria bastante útil na determinação do tempo ideal de tratamento, assim como na melhor compreensão de seus efeitos colaterais. De acordo com alguns relatos na literatura, muitos fatores podem contribuir para essa rápida degradação durante a primeira hora: presença da película adquirida; fatores salivares; flora bucal; alterações no pH do agente ativo; e saturação de oxigênio no dente. Todavia, em função de nenhum fator acima ter sido investigado, os autores procuraram determinar a degradação do peróxido de carbamida a 10% durante a primeira hora de tratamento sob o efeito da película adquirida na degradação desse gel. Cada sujeito participante usou uma moldeira preenchida com gel clareador (Opalescence, Ultradent) por 0,5min, 2,5min, 5,0min, 10,0min, 20,0min, 40,0min e 60,0min. Todos os participantes utilizaram as moldeiras preenchidas pelo gel clareador em diferentes condições: a) os sujeitos não foram submetidos à profilaxia dentária nem escovaram seus dentes por pelo menos 2h antes de iniciarem o tratamento; e b) os sujeitos foram submetidos à profilaxia com pedrapomes e taça de borracha. Aguardou-se o período de duas horas sem que fosse iniciado o tratamento clareador, de modo que a película adquirida novamente pudesse ser formada e

maturada. Foi avaliada a degradação do gel de peróxido de carbamida no interior da moldeira, tanto o aderido ao dente quanto o que permaneceu no interior da moldeira, porém no espaço destinado ao dente 21. A análise estatística revelou uma diferença significativa entre as degradações do peróxido de carbamida a 10% nos três tipos de amostra. Em 1h, a degradação de peróxido de carbamida nas moldeiras (54%) foi significativamente mais alta do que nas amostras aderidas aos dentes (70%) ou no espaço destinado ao dente 21, também no interior da moldeira (72%). Portanto, os autores puderam concluir que o peróxido de carbamida sofre degradação durante a primeira hora de tratamento. Essa degradação foi exponencial, exceto durante os primeiros 5min, quando o índice de degradação foi muito mais alto. Outra conclusão é que a remoção da película, por meio da escovação ou profilaxia dental, antes de o peróxido de carbamida ser colocado no interior da moldeira e levado aos dentes, não afeta o índice de degradação do agente clareador.

Pesun e Madden (1999) relataram que há vários métodos disponíveis para clarear dentes. O método mais antigo, “walking bleach” (clareamento ambulante), foi desenvolvido para o uso em dentes não vitais após terapia endodôntica, utilizando-se peróxido de hidrogênio ou perborato de sódio, ou ambos colocado(s) e selado(s) na câmara pulpar. Esse curativo de demora é trocado periodicamente até que o(s) dente(s) envolvido(s) tenha(am) atingido a cor desejada. O segundo e o terceiro métodos de clareamento são para dentes vitais e são aplicados extracoronariamente. O clareamento dental em consultório, também conhecido como “power bleaching” (clareamento potente) realiza o condicionamento ácido dos dentes, e um líquido, ou mais recentemente um gel, contendo peróxido de hidrogênio de 25% a 35% é colocado sobre os dentes por vários períodos (3min a 30min), conforme as recomendações do fabricante. Esses agentes clareadores podem ser potencializados pelo emprego do calor ou de várias fontes de luz. A fonte de luz pode ser halógena, como a encontrada em uma luz fotopolimerizadora de uso odontológico, ou uma fonte de luz a laser. O componente fotoativo é o sulfato de manganês, e o ativador químico é o sulfato de ferro. O

clareamento vital caseiro utiliza mais frequentemente o peróxido de carbamida a 10% em várias viscosidades e é colocado sobre os dentes com o auxílio de uma moldeira confeccionada a vácuo. Na época, utilizava-se o peróxido de carbamida em várias concentrações (5% a 22%), o que continua usual, podendo o tempo de utilização ser de uma a duas horas de uso diário. Embora o método “walking bleaching” seja mais frequentemente utilizado para clarear dentes não vitais, os métodos em consultório e caseiro também podem ser utilizados para clarear dentes não vitais. Segundo os autores, existe um consenso para que o paciente seja sempre informado de que o tratamento clareador pode acelerar o processo de substituição das restaurações por falta de compatibilidade estética.

Sung et al. (1999) realizaram um estudo *in vitro* sob teste de cisalhamento com o propósito de avaliar a resistência de união de três sistemas adesivos (All-Bond 2/Bisco; Optibond/Kerr; e One-Step/Bisco) ao esmalte clareado com peróxido de carbamida a 10%. Segundo os autores, os produtos à base de peróxido de carbamida a 10% têm sido sugeridos como uma alternativa mais segura em relação aos produtos à base de peróxido de hidrogênio a 35%, devido à alcalinidade daquele. Nesse estudo os grupos experimentais foram submetidos a um regime clareador com peróxido de carbamida a 10%, utilizado uma vez por dia durante 6h por cinco dias consecutivos. Os grupos controles não foram clareados e foram armazenados sob condições idênticas aos grupos experimentais também por cinco dias. Após a restauração estar completa, todos os espécimes foram submetidos à termociclagem, e a resistência ao cisalhamento foi determinada com uma máquina de testes universais Instron. Concluíram que os grupos que utilizaram o OptiBond, um sistema adesivo à base de etanol, não demonstraram redução estatística na resistência de união entre o esmalte clareado e o não clareado. Entretanto, os sistemas adesivos All-Bond 2 e One-Step à base de acetona demonstraram uma significativa redução na resistência de união entre os espécimes clareados quando comparados com os grupos controles não clareados. Sugeriram que a aplicação de um sistema adesivo à base de álcool pode ter sido capaz de minimizar os efeitos inibitórios do

processo de clareamento pela interação do álcool com o oxigênio residual advindo do peróxido de carbamida a 10%. Portanto, o uso de um sistema adesivo à base de álcool pode ser capaz de reduzir ou até de liminar os efeitos maléficos do oxigênio residual sobre o processo de adesão ao compósito.

Campos e Pimenta (2000) discutiram, a partir de uma ampla revisão literária, sobre o momento ideal para a substituição das restaurações de compósito após a realização do tratamento com peróxido de carbamida a 10%. Comentaram que, com o término do tratamento clareador e a conseqüente mudança da coloração dental, tem-se uma discrepância muito grande entre as restaurações e a estrutura dental, o que freqüentemente implica troca das restaurações estéticas. Normalmente, a ansiedade estética dos pacientes e do próprio profissional direciona a substituição da(s) restauração(ões) para o mais breve possível. Contudo, algumas evidências apontam para que o tratamento restaurador seja postergado por algum tempo, haja vista a diminuição da adesão dos sistemas adesivos/resinas compostas à estrutura dental. Apesar de algumas discordâncias com relação a quanto tempo aguardar, existe consenso para que se espere de sete a 21 dias. É o tempo necessário para que ocorra a completa liberação dos produtos de oxidação dos peróxidos, entre eles o oxigênio residual.

Teixeira et al. (2000) revisaram os principais materiais empregados durante a técnica de clareamento “walking bleach”. Relataram que tanto o peróxido de hidrogênio como o perborato de sódio promovem o clareamento por meio de um processo de oxidação. No entanto, o peróxido de hidrogênio em concentrações entre 30% e 35% tem demonstrado ser cáustico, havendo fortes evidências de sua relação com o processo de reabsorções cervicais externas, especialmente quando aplicado na técnica termocatalítica. O perborato de sódio misturado com água destilada é tão efetivo quanto a combinação perborato de sódio e peróxido de hidrogênio. Nesse artigo os autores descreveram um protocolo clínico a ser seguido durante o tratamento clareador não vital, salientando que, em média, o sucesso clínico é obtido em aproximadamente 3 a 4 sessões. Todavia, caso o profissional não alcance o

resultado desejado, pode utilizar o peróxido de hidrogênio a 30% (superoxol), estando ciente dos riscos existentes.

Preocupados com o não-clareamento das restaurações estéticas durante o tratamento clareador não vital e a conseqüente necessidade de troca dessas restaurações, Shinohara; Rodrigues; Pimenta (2001) realizaram um estudo *in vitro* que avaliou a microinfiltração de restaurações classe V em dentes submetidos ao clareamento não vital com dois diferentes agentes clareadores. Nesse estudo 120 dentes bovinos foram designados a três grupos contendo 40 dentes. Um grupo foi clareado com pasta de perborato de sódio e água. Um segundo grupo, com gel peróxido de carbamida a 37% (Whiteness, FGM Produtos Odontológicos); e um terceiro grupo (controle) não foi submetido à técnica clareadora. Após três semanas de clareamento, cavidades classe V com 2mm de diâmetro e profundidade foram preparadas na junção amelocementária da superfície vestibular e restauradas com o sistema adesivo Single Bond e resina composta Z100. Os dentes foram seccionados 7mm incisal e apicalmente à junção amelocementária, e abaixo desta material restaurador intermediário foi colocado para evitar infiltração apical do material clareador. Os agentes clareadores foram trocados a cada sete dias por duas semanas. As amostras foram termocicladas, colocadas em solução azul de metileno a 2%, seccionadas e analisadas sob estereomicroscopia a um aumento de 35X para determinar a extensão da microinfiltração nas margens incisal e gengival. Os resultados demonstraram que a pasta de perborato de sódio e água e o gel de peróxido de carbamida aumentaram significativamente a microinfiltração em restaurações classe V de resina composta nas margens de dentina. Todavia, o mesmo fenômeno não foi observado em nível de esmalte. Para os autores, existe risco de microinfiltração nas margens em dentina após a realização do clareamento.

Chng; Palamara; Messer (2002) realizaram *in vitro* um estudo que teve como preocupação simular ao máximo os procedimentos clínicos realizados durante o clareamento não vital. Nesse sentido, colocaram agentes clareadores no interior das câmaras pulpares,

selaram as cavidades e determinaram o efeito do peróxido de hidrogênio e do perborato de sódio sobre a resistência máxima da dentina humana submetida aos testes de tração diametral, cisalhamento e microdureza. Quarenta e quatro pré-molares humanos superiores e inferiores extraídos por razões ortodônticas foram divididos aleatoriamente em quatro grupos: não clareados (grupo 1 - controle); clareados com peróxido de hidrogênio a 30% (grupo 2); clareados com perborato de sódio e água destilada (grupo 3); e clareados com peróxido de hidrogênio misturado com perborato de sódio (grupo 4). Após 7 dias de clareamento, os dentes foram seccionados e preparados para a realização dos testes propostos. A média mais alta para o teste de tração diametral foi obtida para os espécimes do grupo controle, e a mais baixa, para os dentes tratados com peróxido de hidrogênio. Todos os espécimes clareados apresentaram resistência máxima significativamente mais baixa quando comparados com os do grupo controle. A dentina externa submetida ao teste de cisalhamento apresentou valores mais altos do que a dentina interna para todos os quatro grupos testados. Para todos os grupos, a dureza foi mais alta para a dentina externa, seguida pelas dentinas média e interna. A dureza média para o grupo tratado com peróxido de hidrogênio a 30% foi significativamente mais baixa do que em todos os grupos de tratamento em todos os níveis de dentina. Esse estudo utilizou a análise da resistência à tração diametral, cisalhamento e microdureza da dentina para avaliar a ocorrência do enfraquecimento dental pelos agentes clareadores durante o tratamento clareador. No entanto, os resultados sugeriram que a terapia clareadora intracoronária com peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio utilizados isoladamente ou em associação enfraquecem pouco a dentina. Portanto, concluíram que é a perda excessiva da estrutura dental durante a realização da terapia clareadora a grande responsável pelo aumento da fragilidade dental.

Nesse mesmo ano, Schubert (2002) observou as possíveis alterações provocadas pelo clareamento dental à base de peróxido de carbamida a 10% (Nite White Excel 2, Discus Dental) sobre o esmalte dental humano, avaliando a resistência de união adesiva sob teste de

microtração. Em seu estudo, 64 corpos-de-prova foram obtidos a partir de terceiros molares inclusos e com indicação de extração por motivos ortodônticos. Os blocos de esmalte foram posicionados sobre uma placa removível aderida ao palato do paciente, sendo os do lado direito (quatro blocos) o do grupo experimental, e os do lado esquerdo (quatro blocos) os do grupo controle. O conjunto experimental foi mantido na boca durante todo o período experimental de 21 dias e clareado durante 3h diariamente. Após esse período, o grupo experimental e o grupo controle (não clareado) permaneceram em repouso por 24h e foram submetidos aos procedimentos adesivos (Single Bond, 3M ESPE) conforme recomendações do fabricante. Resina composta (Z 250, 3M ESPE) foi posicionada em incrementos sobre a superfície de esmalte. Os 32 corpos-de-prova clareados foram transformados em “palitos” com área de secção transversa de 1mm^2 e submetidos ao teste de microtração em uma máquina de testes universais (Instron 4444) em um cabeçote Bencor-T. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados. Conclui que o clareamento dental com gel de peróxido de carbamida a 10%, seguido de repouso por 24h, não promoveu alteração quando submetido ao procedimento adesivo com um sistema monocomponente à base de água e álcool.

Barreiros et al. (2002) conduziram uma investigação clínica para avaliar a eficácia, a toxicidade e os efeitos adversos do tratamento clareador em dentes não vitais com peróxido de carbamida a 37% (Whiteness Super Endo – FGM). Esse produto foi introduzido no mercado para servir de alternativa às pastas tradicionais manipuladas e freqüentemente utilizadas com auxílio de calor. Nesse estudo, 30 pacientes tiveram seus dentes anteriores escurecidos clareados após o preenchimento de todos os requisitos necessários para a execução da técnica. O curativo de demora foi trocado a cada 7 dias e selado com cimento provisório. Ao término dessa pesquisa clínica, os autores concluíram que todos os dentes obtiveram redução significativa da alteração de cor e todos os pacientes ficaram satisfeitos com os resultados clínicos alcançados após a média de 5,1 sessões de tratamento. Afirmaram ser essa uma

técnica de simples realização, conservadora e eficaz, que não apresenta efeitos deletérios à estrutura dental. Durante o emprego desse agente clareador, não há necessidade do emprego do calor, o que diminui os riscos de reabsorção radicular.

Ari e Üngör (2002) realizaram um estudo *in vitro* que comparou a eficácia clareadora de três tipos diferentes de perborato de sódio comumente utilizados no clareamento intracoronal de dentes desvitalizados, misturados com água ou peróxido de hidrogênio. Utilizaram-se 65 incisivos superiores humanos com a coroa intacta. Após a obturação dos condutos radiculares com guta-percha e cimento endodôntico, estes foram impregnados com células sangüíneas frescas e centrifugados a 10.000rpm por 30min, três vezes ao dia, durante 18 dias consecutivos. Os dentes foram divididos aleatoriamente em seis grupos experimentais com dez dentes em cada grupo e um grupo controle (não clareado) com cinco dentes. Como agentes clareadores foram utilizados os três tipos de perborato de sódio adicionados com peróxido de hidrogênio a 30% ou água destilada numa proporção de 2g de pó para 1ml de líquido. Durante o experimento, a pasta clareadora na câmara pulpar foi renovada no 3º, 7º e 14º dias de tratamento clareador, e os acessos cavitários foram selados com Cavit. Imagens coloridas padronizadas das faces vestibulares de todas as coroas foram registradas no computador com a mesma resolução previamente ao procedimento de manchamento, imediatamente após o manchamento artificial e após 7, 14 e 21 dias. Todas as imagens foram avaliadas, comparativamente, por um mesmo examinador, e classificadas: grau 1 (clareamento leve ou ausente); grau 2 (clareamento visível); e grau 3 (clareamento completo ou quase completo). Após os dados serem submetidos à análise estatística, os autores concluíram que nenhuma alteração de cor foi observada nos dentes do grupo controle. Nenhuma diferença significativa ocorreu entre os grupos de tratamento, havendo, contudo, diferenças significativas entre os tempos de clareamento. Comentaram que as três combinações de perborato de sódio alcançaram resultados similares ao final do período

experimental. Portanto, o perborato de sódio deve ser adicionado à água, e não ao peróxido de hidrogênio, por ser este um potente causador de reabsorção radicular externa.

Teixeira et al. (2002) avaliaram, sob teste de cisalhamento, a resistência de união ao esmalte bovino após terapia clareadora em dentes não vitais. Os agentes clareadores (perborato de sódio associado a peróxido de hidrogênio a 30%, perborato de sódio e peróxido de carbamida a 37%) foram utilizados separadamente e renovados a cada 7 dias durante quatro semanas. A amostra experimental consistiu de 320 espécimes divididos aleatoriamente em quatro grupos, de acordo com o tratamento clareador, e quatro subgrupos (n=20), de acordo com o tempo decorrido entre o clareamento e a restauração. A variável observada foi a resistência de união sob teste de cisalhamento medida em MPa. Três examinadores previamente calibrados analisaram as superfícies fraturadas de todos os espécimes com um estereomicroscópio em um aumento de 25X para classificar o tipo de falha: adesiva (falha coesiva na interface adesiva); ou coesiva na resina composta ou mista (falha coesiva e adesiva). Nesse estudo os valores mais baixos foram observados nos espécimes clareados com perborato de sódio e peróxido de hidrogênio. Os autores argumentaram que isso provavelmente ocorreu devido à grande quantidade de oxigênio ativo presente na solução de peróxido de hidrogênio a 30%. Os resultados dos espécimes clareados com perborato de sódio e peróxido de carbamida não divergiram estatisticamente dos do grupo controle. Isso ocorreu, provavelmente, devido à menor quantidade de oxigênio liberado por esses agentes clareadores. Todavia, após o 7º, 14º e 21º dias após o clareamento não vital, a resistência de união adesiva ao esmalte bovino não foi alterada significativamente. Portanto, mais estudos são necessários para se conhecer qual é o momento ideal para a realização dos procedimentos restauradores após terapia clareadora.

Erhardt; Shinohara; Pimenta (2003) relataram que o clareamento dental interno é a alternativa de tratamento mais conservadora para o restabelecimento da descoloração dental de origem endodôntica, constituindo-se num procedimento de simples execução e de

resultados predizíveis na busca de um perfil estético que altera de forma significativa a auto-estima dos pacientes. O superoxol (solução de peróxido de hidrogênio a 30% em água destilada) libera grande quantidade de oxigênio e penetra pelos espaços interprismáticos e pelos túbulos dentinários, o que o torna um potente agente oxidante. O peróxido de carbamida a 37% dissocia-se em aproximadamente 25% de uréia e 10% em peróxido de hidrogênio. Seus principais benefícios estão na baixa concentração liberada de peróxido de hidrogênio bem como na presença de uréia, um reconhecido regulador de pH intracoronário durante o processo clareador, o que evita, de forma bastante efetiva, os riscos da reabsorção radicular externa. O perborato de sódio é um pó estável que, quando misturado com água, decompõe-se em metaborato de sódio, oxigênio e peróxido de hidrogênio entre 10% e 16%, que libera oxigênio ativo para dar início ao processo clareador. Uma alternativa para o perborato de sódio é o percarbonato de sódio, principalmente para os países com baixas temperaturas. O percarbonato de sódio dissocia-se em carbonato de sódio e peróxido de hidrogênio, com uma percentagem de oxigênio livre de 9,9%. A técnica termocatalítica utiliza o peróxido de hidrogênio a 30% e calor para liberar oxigênio ativo. A técnica "walking bleach", introduzida por Spasser, utiliza como agente clareador uma pasta de perborato de sódio e água destilada na cavidade pulpar, que é selada e mantida na cavidade durante pelo menos 3 dias, podendo ser renovada por mais de 3 sessões. Uma modificação dessa técnica foi introduzida por Nutting e Poe (1967), com base na substituição da água destilada pelo peróxido de hidrogênio a 30%, com o objetivo de potencializar o efeito clareador. Essa técnica requer menor tempo clínico quando comparada à técnica de Spasser. Todavia, a técnica termocatalítica clareia mais rapidamente. Outra modificação da técnica "walking bleach" tem sido a utilização do peróxido de carbamida a 10% como agente clareador (técnica *inside/outside*) simultaneamente na parte interna e externa do dente. O clareamento de dentes não vitais ainda pode ser realizado no consultório mediante a aplicação de géis clareadores à base de peróxido de carbamida e peróxido de hidrogênio na concentração média de 35%. Seja qual for o gel, o

peróxido de hidrogênio é ativado por diferentes fontes de luz ou calor, tais como laser de argônio, laser de diodo, LEDs e lâmpadas de xenônio/plasma. Os autores recomendaram esperar um período mínimo de uma semana previamente à restauração definitiva, objetivando a eliminação do oxigênio residual da câmara pulpar e a conseqüente interferência no processo de polimerização dos materiais resinosos. Durante esses 7 dias de espera, uma pasta de hidróxido de cálcio e água destilada reverteria o pH da região cervical à normalidade, reduzindo os riscos da reabsorção radicular externa. Afirmaram ainda que, quanto mais trabalhoso for o clareamento de um dente, maior será a probabilidade de uma recidiva.

Elkhatib et al. (2003) conduziram uma investigação que avaliou os efeitos de um agente clareador constituído por peróxido de hidrogênio a 30% com perborato de sódio sobre o pH da superfície dentinária e sobre a resistência de união à dentina intracoronária com um primer autocondicionante e sob teste de microtração. Nesse estudo 37 incisivos humanos foram utilizados, tendo sido clareados vários discos de dentina por meio de uma mistura de peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio durante uma semana. Após esse período, os espécimes foram lavados com água durante 5s, 15s ou 30s, e um outro grupo teve os espécimes clareados e armazenados durante uma semana e posteriormente lavados por 5s previamente ao teste de microtração. Os autores concluíram que o grupo que teve seus dentes lavados após o clareamento por 5s apresentou menor resistência de união que o grupo controle (não clareado). A redução da resistência de união à dentina tratada com peróxido de hidrogênio pode ter sido causada pela liberação de oxigênio, um produto da degradação do peróxido de hidrogênio. O oxigênio pode ter inibido a polimerização da resina que foi polimerizada. O grupo de dentes clareados e submetidos a armazenamento prévio de uma semana ao teste de microtração apresentou um valor similar ao do grupo controle, demonstrando que vale a pena esperar pelo período de uma semana, a fim de que a resistência de união adesiva à dentina seja melhorada. A pasta aplicada de peróxido de hidrogênio e perborato de sódio também causou alterações no pH da superfície dentinária. O valor do pH

da superfície dentinária após o clareamento e lavagem por 5s foi mais ácido do que o do grupo controle e também após o armazenamento de uma semana em água, ou seja, o pH da superfície retornou a um nível similar ao do grupo controle.

Teixeira et al. (2003) verificaram o efeito dos agentes clareadores sobre a microinfiltração das restaurações realizadas em diferentes intervalos de tempo após terapia clareadora em dentes não vitais. Preparos foram obtidos em 320 incisivos bovinos. As polpas foram removidas e as raízes seccionadas 2mm abaixo do limite amelocementário. Os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos de agentes clareadores: perborato de sódio misturado com peróxido de hidrogênio a 30%; perborato de sódio diluído em água destilada; e peróxido de carbamida a 37%. O grupo controle foi tratado com água destilada. Após o tratamento clareador, os grupos foram divididos também aleatoriamente em quatro subgrupos (n=20), de acordo com os períodos após o clareamento: 0 (início), 7, 14 e 21 dias. Para o grupo início, o procedimento adesivo foi realizado imediatamente após o tratamento clareador. Os outros espécimes foram armazenados em saliva artificial a 37°C por 1, 2 e 3 semanas. Após os respectivos períodos, as restaurações temporárias foram removidas e as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 35%, enxaguadas com água pelo mesmo período e levemente secas com jato de ar por 5s. Duas camadas consecutivas de adesivo (Single Bond, 3M Produtos Dentais) foram aplicadas e secas por 5s, e o material foi fotopolimerizado por 10s. O material de preenchimento foi colocado em três incrementos, sendo cada um fotopolimerizado por 40s. Os dentes restaurados foram termociclados e submetidos ao teste de microinfiltração. Concluíram que o grupo não clareado (controle) apresentou a menor infiltração. O grupo clareado com peróxido de carbamida a 37% apresentou resultados similares aos do grupo controle. Provavelmente, isso ocorreu devido à lenta liberação do peróxido de hidrogênio (agente oxidante) através da dentina e do esmalte. O grupo clareado com perborato de sódio associado ao peróxido de hidrogênio a 30%

apresentou a maior penetração. Portanto, o perborato de sódio puro ou associado ao peróxido de hidrogênio causou maior microinfiltração do que o peróxido de carbamida a 37%.

Baratieri et al. (2004) trataram dos pré-requisitos essenciais para a realização do clareamento em dentes desvitalizados, bem como da tática operatória freqüentemente adotada (“walking bleaching”). Salientaram que o condicionamento ácido realizado previamente à aplicação dos agentes clareadores na forma de gel, pasta ou pó é opcional e que novos curativos de demora deverão ser realizados em até quatro sessões de clareamento. Ressaltaram que também é possível clarear dentes desvitalizados utilizando agentes clareadores caseiros. Tal técnica, conhecida como *inside-outside*, requer a manutenção da câmara pulpar aberta durante o tratamento, que consiste na aplicação do agente clareador direto na câmara pulpar e na moldeira. Outras opções de tratamento são: a) aplicação externa do agente clareador caseiro juntamente com a técnica mediata (“walking bleaching”) de clareamento em dentes desvitalizados; b) clareamento caseiro (peróxido de carbamida a 16%) prolongado apenas no dente não vital com alteração de cor; ou, ainda, c) técnica imediata de clareamento externo realizada no consultório com agentes clareadores de maior concentração (peróxido de hidrogênio a 35%), com aplicação ou não de fonte ativadora (laser, luz alógena, LED, etc.). Os autores também comentaram que o mecanismo pelo qual ocorre a perda da resistência de união adesiva à estrutura dental após a realização do tratamento clareador não é totalmente conhecido. Tal redução, quando ocorre, pode provocar a perda precoce das restaurações adesivas, assim como microinfiltração marginal e suas conseqüências, como descoloração marginal e cárie secundária.

Shinohara et al. (2004) avaliaram *in vitro* e sob teste de cisalhamento o efeito de três diferentes sistemas adesivos sobre a resistência de união à dentina, imediatamente após terapia clareadora em dentes não vitais. Duzentos e setenta dentes bovinos foram distribuídos em três grupos (n=90): grupo 1 (controle, não clareado); grupo 2 (clareado com pasta de perborato de sódio e água); e grupo 3 (clareado com peróxido de carbamida a 37%). Após o

tratamento de clareamento, os dentes de cada grupo foram cortados em secções de esmalte e dentina, incluídos em resina de poliéster e subdivididos em seis subgrupos (n=15), de acordo com o substrato (esmalte e dentina) e sistema adesivo: Single Bond (solvente água/álcool); Prime & Bond NT (solvente acetona); e Clearfil SE Bond (solvente água). Após aplicação do sistema adesivo, um cilindro de resina composta Z-250 foi sobreposto. Os espécimes foram armazenados em água destilada durante 7 dias a 37°C, e o teste de resistência de união por cisalhamento foi realizado. Concluíram que o tratamento clareador interferiu na resistência de união independentemente do sistema adesivo utilizado. Na dentina, o uso da pasta de perborato de sódio diminui a adesão dentinária. Sugeriram que tal redução foi provocada pela presença do agente clareador na matriz colagenosa e nos túbulos dentinários, pois, com a quebra da água e a conseqüente liberação de oxigênio, este pode ter interferido na infiltração e na polimerização do adesivo no interior da dentina condicionada. Contrariamente, o peróxido de carbamida não causou alteração na dentina. A reação do peróxido de carbamida é imediata, sendo muito provável que seus resíduos sejam removidos imediatamente. Acrescentaram, ainda, que o uso de sistemas adesivos à base de água/álcool e acetona não reverteram os efeitos do clareamento sobre a resistência de união. Portanto, o decréscimo da resistência de união ao cisalhamento em dentes clareados depende do tempo. O retardo na realização dos procedimentos adesivos em restaurações de resina composta foi recomendado.

Miguel (2004) realizou estudo *in situ* que avaliou a resistência de união adesiva da dentina clareada com peróxido de carbamida a 10% sob teste de microtração. Nesse experimento, o agente clareador (Nite White Excel 2Z, Discus Dental) foi utilizado por um único indivíduo 2h por dia, durante 21 dias consecutivos. Discos de dentina foram obtidos a partir de quatro terceiros molares com indicação de extração e fixados em um aparelho removível aderido ao palato do paciente, contendo a divisão esquerda os dentes submetidos ao clareamento, e a divisão direita, removível, os discos de dentina não clareados (grupo controle). Após 21 dias, os quatro discos de dentina foram submetidos aos procedimentos

adesivos (Single Bond, 3M ESPE) e recobertos com resina composta (Z-250, 3M ESPE), além de submetidos ao teste de microtração em forma de “palitos” com área de secção transversa de 1mm^2 . Cada corpo-de-prova foi aderido individualmente, com cianoacrilato gel, a um aparelho de testes Bencor Multi-T acoplado em uma máquina universal Instron 4444 para os testes de microtração até a fratura. A velocidade de tração utilizada nesse estudo foi de $0,5\text{mm}/\text{min}$. O autor concluiu que a resistência de união adesiva obtida para o grupo experimental foi menor que a obtida para o grupo controle, estando contra-indicados os procedimentos adesivos imediatos à dentina clareada.

Oliveira (2004) avaliou *in vitro* os efeitos de um regime clareador caseiro com peróxido de carbamida a 15% durante 3 semanas (8h/dia) sobre a microinfiltração, resistência de união sob teste de cisalhamento, bem como o grau de liberação de oxigênio em dentes bovinos clareados. Segundo o autor, houve diferença estatística entre as médias da resistência de união submetida ao teste de cisalhamento entre os grupos clareados (16,79MPa) e os não clareados (26,98MPa), sendo a falha adesiva mais freqüentemente observada após a realização do ensaio mecânico. O grupo de dentes clareados apresentou maior microinfiltração quando comparado aos dentes não clareados. Todavia, quando esses valores foram correlacionados com os valores da resistência de união, os resultados não foram diretamente proporcionais, o que estava de acordo com outros estudos. Foi comparado o grau de liberação de oxigênio entre os dentes clareados e não clareados por meio de titulação iodométrica modificada por iodeto de azida. Segundo o autor, esse método, diferentemente das microanálises (EDS ou WDS), não mede a presença do oxigênio na estrutura dentária, mas sim a concentração de oxigênio que migra do dente para a solução. Nessa análise foi observado que os dentes clareados liberaram quantidades significativamente maiores de oxigênio. No entanto, essa liberação ocorreu apenas durante as primeiras 24h após o tratamento clareador.

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo, *in vitro*, tem como objetivo avaliar a resistência de união sob teste de microtração de uma resina composta de nanopartículas à dentina humana e o tipo de fratura ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), após clareamento interno em dente não vital por 21 dias consecutivos com as seguintes variáveis:

- a) agente clareador; e
- b) tempo de espera para a realização da restauração definitiva.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos desta pesquisa foram divididos em cinco etapas, descritas nas seguintes seções:

4.1 Seleção e preparo dos dentes;

4.2 Tratamentos clareador e restaurador;

4.3 Teste de microtração;

4.4 Análise do tipo de fratura em microscópio eletrônico de varredura (MEV); e

4.5 Análise estatística.

4.1 SELEÇÃO E PREPARO DOS DENTES

4.1.1 Seleção dos pacientes

Após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEPE) da Universidade Federal de Santa Catarina (ANEXO A), 18 voluntários receberam esclarecimentos sobre a pesquisa, e seus responsáveis assinaram um Termo de Consentimento (ANEXO B) atendendo à

Resolução nº 196, de 10 outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde (Brasília, DF, Brasil).

Os voluntários, com idade variando entre 12 e 15 anos, de ambos os sexos, sem distinção de cor e etnia, e com indicação de extração de pré-molares superiores por razões ortodônticas, foram examinados e selecionados na Clínica Odontológica I do Departamento de Estomatologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Depois de o projeto de pesquisa ter sido detalhadamente apresentado a todos os voluntários e seus responsáveis, estes assinaram um Termo de Doação do Órgão Dental (ANEXO C) para a pesquisa, em que o pesquisador se compromete a utilizar os dados coletados exclusivamente em trabalhos científicos (ANEXO D).

4.1.2 Seleção, limpeza e armazenamento dos dentes

Para o desenvolvimento da parte experimental deste trabalho, dois pré-molares humanos superiores, extraídos de cada voluntário por motivos ortodônticos, foram selecionados. Esses dentes foram selecionados com dimensões coronais similares em altura e diâmetro e eram, ao exame clínico, livres de cárie, trincas, fraturas, anomalias de desenvolvimento e sinais de doença periodontal (FIG. 1). Imediatamente após a extração, os dentes foram mantidos envoltos em gaze embebida em solução fisiológica a 0,9%. Cada paciente recebeu acompanhamento pelo período de 45 dias após a realização do procedimento cirúrgico e subseqüentemente continuaram a ser atendidos nas disciplinas de Ortodontia do Departamento de Estomatologia da UFSC.



Figura 1 – Pré-molares humanos superiores extraídos e limpos, utilizados na pesquisa.

Imediatamente após a extração dental e após a dispensa do paciente, os dentes foram limpos e todo o tecido gengival e periodontal foi devidamente raspado com lâmina de bisturi número 12 (Lamedid Comercial e Serviços Ltda., Barueri, SP, Brasil), montado em cabo de bisturi (Golgran, São Paulo, SP, Brasil). Os dentes foram individualmente armazenados em solução aquosa de timol a 0,2%, em recipientes plásticos hermeticamente fechados, externamente identificados com as iniciais do nome do paciente, idade e data do procedimento cirúrgico, por um período não superior a 60 dias antes do início dos procedimentos experimentais.

4.1.3 Preparo dos dentes

Cada elemento dental teve a sua porção radicular incluída com cera utilidade (NewWax, Technew Com. Ind. Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Lote 04030) em cilindros de plástico com dimensões de 2,5cm de diâmetro por 2cm de altura (FIG. 2). A fixação de cada

dente nesses cilindros facilitou a apreensão manual dos dentes durante a execução do preparo cavitário e do tratamento clareador. Todos os conjuntos (dente/cilindro de plástico) foram armazenados em recipientes plásticos maiores, fechados e mantidos úmidos com guardanapos de papel embebidos em água destilada no interior de uma estufa a 37°C, para reduzir o risco de desidratação dental e para reproduzir o ambiente úmido e a temperatura da cavidade oral.

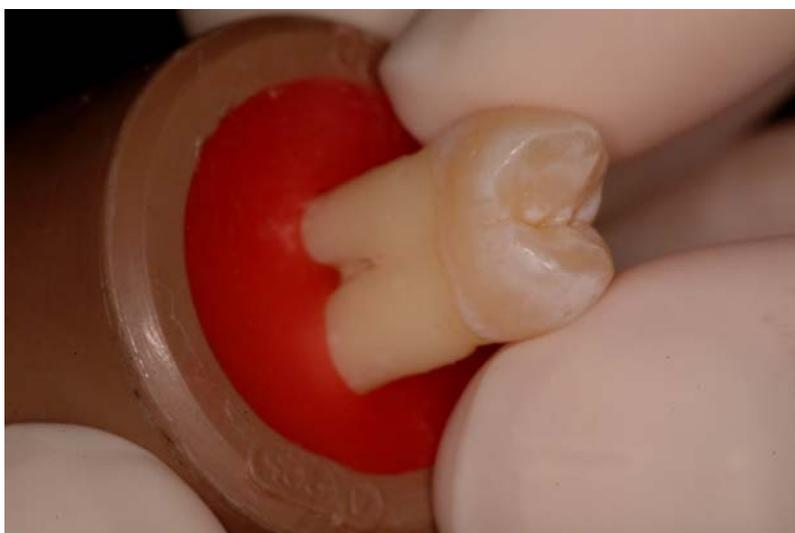


Figura 2 – Inclusão da porção radicular do pré-molar em cera utilidade e cilindro de plástico.

4.1.4 Preparo cavitário

Na face oclusal de cada pré-molar superior foi realizado um preparo cavitário extenso e de profundidade média em dentina com a ponta diamantada nº 3131 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil, Lote 09340304) em alta rotação (ponta RS 350, Dabi-Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Com a ponta diamantada posicionada perpendicularmente ao longo eixo do dente e deslizando suavemente sobre a estrutura dental (FIG. 3), foi tomado cuidado para se estender ao máximo o preparo nos sentidos méso-distal e vestibulolingual, desde que não houvesse

invasão das superfícies externas do dente (FIG. 4). A extensão da cavidade oclusal no sentido méso-distal e vestibulolingual permitiu a aplicação de gel clareador em uma área suficientemente ampla para otimizar a obtenção de filetes na área central do assoalho pulpar. A parede pulpar foi preparada em dentina média. Tal padronização foi obtida igualando-se a parte superior (base) da ponta ativa da ponta diamantada nº 3131 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil, Lote 09340304) com a ponta da cúspide em cada dente (FIG. 3).



Figura 3 – Execução do preparo cavitário com a ponta diamantada nº 3131. Note a profundidade média do preparo em dentina.



Figura 4 – Vista oclusal do preparo cavitário. Note a extensão no sentido mesial, distal, vestibular e palatal.

Na seqüência, foram realizados o acabamento e o polimento das cavidades preparadas com pontas diamantadas de formato idêntico ao da ponta diamantada utilizada no preparo cavitário, com as pontas de nº 3131 F (de granulação média, Lote 040322) (FIG. 5) e 3131 FF (de granulação fina, Lote 050323) (FIG. 6) (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil), adaptadas em contra-ângulo (Dabi-Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil).



Figura 5 – Execução do acabamento das paredes do preparo cavitário com a ponta diamantada n° 3131 F.

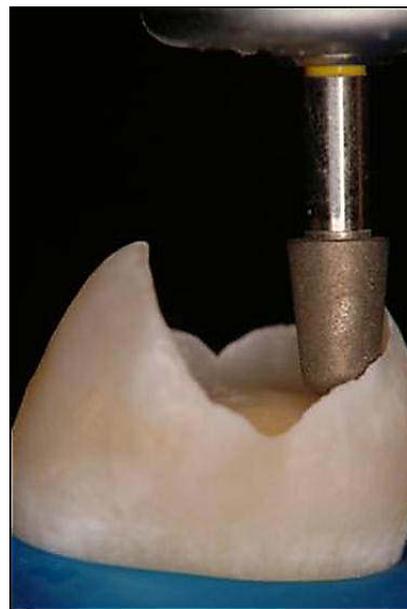


Figura 6 – Execução do acabamento das paredes do preparo cavitário com a ponta diamantada n° 3131 FF.

4.1.5 Divisão dos grupos

Os 36 dentes foram aleatoriamente divididos em quatro grupos de nove dentes – um grupo controle sem clareamento e três grupos experimentais clareados durante 21 dias consecutivos, de acordo com o agente clareador proposto. Na seqüência, cada grupo foi dividido em três subgrupos de três dentes cada, distribuídos também aleatoriamente, de acordo com o tempo de espera para a execução da restauração definitiva – 0, 7 ou 14 dias após o término do tratamento clareador. Durante esse período, os dentes permaneceram com curativo de demora constituído de pasta de hidróxido de cálcio e água destilada. A distribuição dos grupos, a denominação deles, os agentes clareadores e os respectivos tempos de espera estão listados no QUADRO 1.

Grupo (n)	Denominação	Subgrupos (n)	Denominação	Agente clareador	Restauração
Controle (9)	C	R0 (3)	C-R0	Nenhum	0 dias
		R7 (3)	C-R7		7 dias
		R14 (3)	C-R14		14 dias
Experimental 1 (9)	E1	R0 (3)	E1-R0	PH ¹ a 30% + PS ²	0 dias
		R7 (3)	E1-R7		7 dias
		R14 (3)	E1-R14		14 dias
Experimental 2 (9)	E2	R0 (3)	E2-R0	PH ¹ a 35% ⁴	0 dias
		R7 (3)	E2-R7		7 dias
		R14 (3)	E2-R14		14 dias
Experimental 3 (9)	E3	R0 (3)	E3-R0	PC ³ a 37% ⁵	0 dias
		R7 (3)	E3-R7		7 dias
		R14 (3)	E3-R14		14 dias

Quadro 1 – Distribuição dos grupos, subgrupos, denominação, agentes clareadores e respectivos tempos de espera. n – número de dentes; C – Controle; E1 – Grupo Experimental 1; E2 – Grupo Experimental 2; E3 - Grupo Experimental 3; R0 – Restauração imediata após o término do clareamento; R7 – Restauração 7 dias após o término do clareamento; R14 – Restauração 14 dias após o término do clareamento.

1 Peróxido de Hidrogênio

2 Perborato de Sódio

3 Peróxido de Carbamida

4 Opalescence Endo, Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, EUA

5 Super Endo, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil

Cada subgrupo de dentes foi novamente armazenado a 37°C em recipientes plásticos, fechados e mantidos úmidos com guardanapos de papel embebidos em água destilada, enquanto não eram utilizados para os procedimentos experimentais subsequentes. Esse período foi de até uma semana após a divisão.

4.2 TRATAMENTOS CLAREADOR E RESTAURADOR

4.2.1 Grupo Controle

O protocolo de clareamento adotado conforme a literatura revisada foi de 21 dias consecutivos de clareamento, com trocas de curativo dos agentes clareadores a cada 7 dias, com os respectivos produtos previamente listados. No entanto, por questões de delineamento estatístico, foi adotado um grupo controle sem tratamento clareador. De maneira semelhante, os subgrupos pertencentes ao grupo controle foram submetidos aos mesmos tempos de espera para a restauração definitiva adotados para os grupos experimentais (QUADRO 2).

GRUPOS	SUBGRUPO	DIAS (TRATAMENTO RECEBIDO)					
		0	7	14	21	28	35
CONTROLE C	R0	REST. DEF.	–	–	–	–	–
	R7	PASTA CaOH ₂	REST. DEF.	–	–	–	–
	R14	PASTA CaOH ₂	PASTA CaOH ₂	REST. DEF.	–	–	–
EXPERIMENTAL E1	R0	PH 30% + PS	*PH 30% + PS	*PH 30% + PS	REST. DEF.	–	–
	R7	PH 30% + PS	*PH 30% + PS	*PH 30% + PS	PASTA CaOH ₂	REST. DEF.	–
	R14	PH 30% + PS	*PH 30% + PS	*PH 30% + PS	PASTA CaOH ₂	PASTA CaOH ₂	REST. DEF.
EXPERIMENTAL E2	R0	GEL PH 35%	■GEL PH 35%	■GEL PH 35%	REST. DEF.	–	–
	R7	GEL PH 35%	■GEL PH 35%	■GEL PH 35%	PASTA CaOH ₂	REST. DEF.	–
	R14	GEL PH 35%	■GEL PH 35%	■GEL PH 35%	PASTA CaOH ₂	PASTA CaOH ₂	REST. DEF.
EXPERIMENTAL E3	R0	GEL PC 37%	□GEL PC 37%	□GEL PC 37%	REST. DEF.	–	–
	R7	GEL PC 37%	□GEL PC 37%	□GEL PC 37%	PASTA CaOH ₂	REST. DEF.	–
	R14	GEL PC 37%	□GEL PC 37%	□GEL PC 37%	PASTA CaOH ₂	PASTA CaOH ₂	REST. DEF.

Quadro 2 – Cronograma de tratamento clareador e restaurador de acordo com os grupos e subgrupos. C – Controle; E1 – Grupo Experimental 1; E2 – Grupo Experimental 2; E3 - Grupo Experimental 3; R0 – Restauração imediata após o término do clareamento; R7 – Restauração 7 dias após o término do clareamento; R14 – Restauração 14 dias após o término do clareamento; REST. DEF. – Execução de restauração definitiva; PH – Peróxido de Hidrogênio; PS – Perborato de Sódio; PC – Peróxido de Carbamida.

- * Troca do curativo de demora com pasta de PH 30% + PS
- Troca do curativo de demora com gel de PH 35%
- Troca do curativo de demora com gel de PC 37%

As cavidades preparadas para o Subgrupo Controle restaurado imediatamente (C-R0) foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% (gel condicionador Scotchbond, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, Lote 200541) durante 15s (FIG. 7), lavadas com spray de ar/água durante 15s e secas por 2s a 5s, a fim de se obter uma superfície dentinária levemente umedecida por água. Com o auxílio de um aplicador descartável (KG Brush, Barueri, SP, Brasil) foram aplicadas sobre a dentina e o esmalte condicionados duas camadas consecutivas de adesivo (Adper Single Bond, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, Lote 4KB) (FIG. 8), secas com ar por 2s a 5s e fotopolimerizadas após a segunda aplicação por 10s (FIG. 9) com uma unidade fotoativadora (VIP Curing Light, Bisco, Schaumburg, IL, EUA), com intensidade de luz ($500\text{mW}/\text{cm}^2$) mensurada previamente à sua utilização por meio de um radiômetro acoplado à base da unidade. Depois da aplicação do sistema adesivo, foram inseridos no interior da cavidade preparada quatro incrementos de resina composta de nanopartículas (Filtek Supreme, cor A2, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, Lote 4CU), com no máximo 2mm de espessura cada e polimerizados por 60s, constituindo-se na restauração definitiva (FIG. 10). Um quinto incremento foi acrescentado à superfície oclusal da restauração, estendendo-a de modo a obter uma superfície plana perpendicular ao longo eixo do dente (FIG. 11).

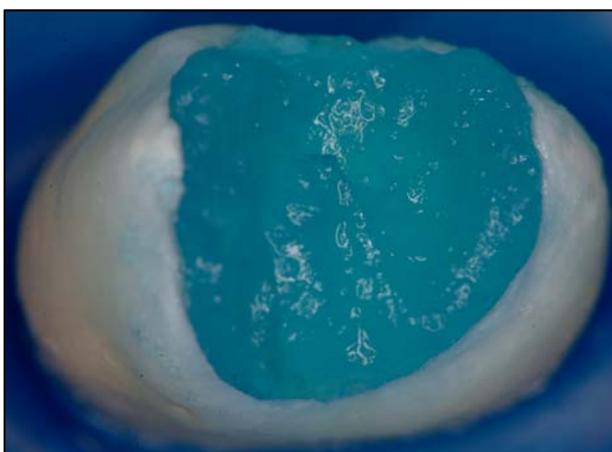


Figura 7 – Condicionamento ácido do preparo cavitário com ácido fosfórico a 35%, previamente à realização da restauração definitiva.



Figura 8 – Aplicação do sistema adesivo às superfícies de esmalte e dentina do preparo cavitário.

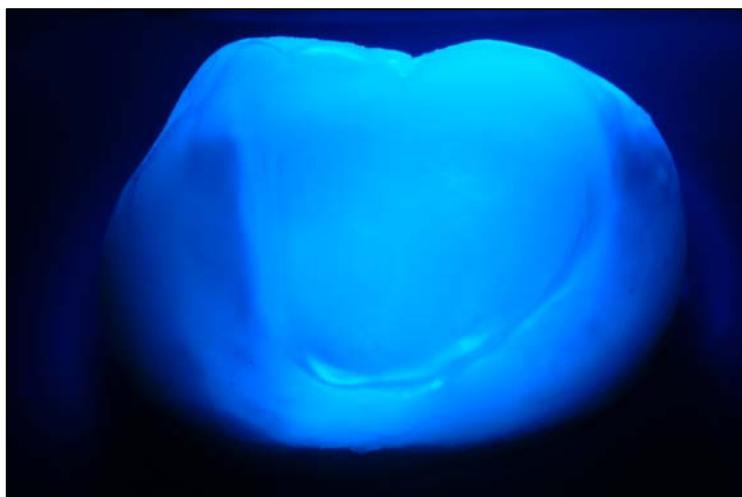


Figura 9 – Fotoativação do sistema adesivo.



Figura 10 – Restauração do dente previamente à inserção do último incremento oclusal de resina composta.

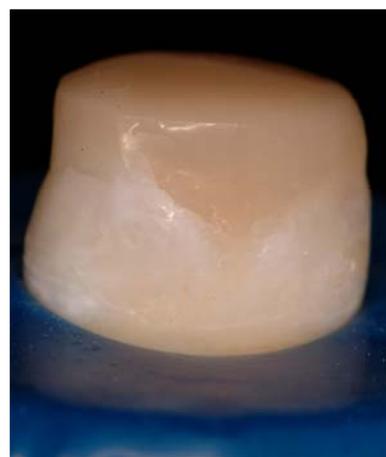


Figura 11 – Restauração do dente após a polimerização do incremento final de resina composta.

Os três dentes do Subgrupo Controle, restaurados sete dias após o curativo de demora (C-R7) com pasta de hidróxido de cálcio e água destilada, de consistência regular (Dentsply/Herpo, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil) (FIG. 12), foram restaurados de modo idêntico ao do Subgrupo C-R0, com o mesmo sistema adesivo e a mesma resina composta de nanopartículas (Adper Single Bond, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, Lote 4KB; Filtek Supreme, cor A2, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, Lote 4CU) (FIG.13).

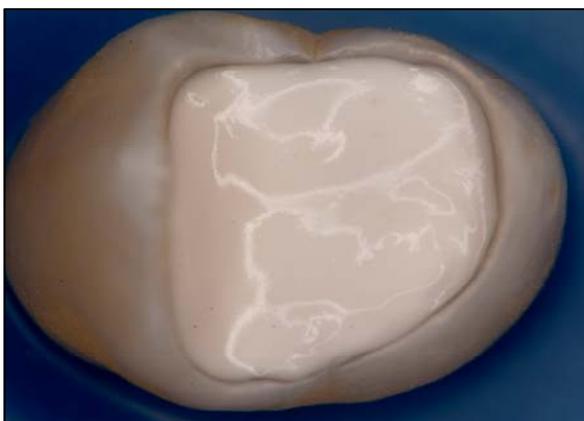


Figura 12 – Curativo de demora com pasta de hidróxido de cálcio e água destilada inserido no preparo cavitário.



Figura 13 – Preparo cavitário com curativo de demora de hidróxido de cálcio, recoberto com restauração provisória de resina composta.

O mesmo procedimento foi adotado para os três dentes do Subgrupo Controle restaurados após 14 dias (C-R14). Neste, a pasta de hidróxido de cálcio permaneceu na cavidade preparada durante 14 dias previamente à execução das restaurações de resina composta.

Após a execução dos procedimentos acima relatados em cada dente dos subgrupos pertencentes ao Grupo Controle (C-R0, C-R7 e C-R14), estes foram novamente armazenados a 37°C em recipientes plásticos fechados e mantidos úmidos com água destilada durante 24h, até o momento de confecção das amostras (filetes) para o teste de microtração.

4.2.2 Grupo Experimental E1

Os nove dentes que constituíram o Grupo Experimental E1 tiveram suas cavidades parcialmente preenchidas com uma pasta de consistência regular, preparada imediatamente antes do uso, obtida pela mistura de duas gotas de peróxido de hidrogênio a 30% (Dermus

Farmácia de Manipulação Ltda., Florianópolis, SC, Brasil) com 1g de pó de perborato de sódio (Dermus Farmácia de Manipulação Ltda., Florianópolis, SC, Brasil) (TEIXEIRA et al., 2000). Essa pasta foi comprimida no interior da cavidade preparada com o auxílio de uma bolinha seca de algodão e constituiu-se no curativo de demora deste grupo.

Os curativos com agente clareador foram trocados semanalmente, exceto no Grupo Controle (C-R0, C-R7 e C-R14), que não recebeu tratamento clareador, mas curativo de pasta de hidróxido de cálcio (Subgrupos C-R7 e C-R14). Os excessos sobre as margens, assim como uma porção da pasta em sua região superior, foram removidos para possibilitar espaço para a restauração provisória (FIG. 14). No Grupo Experimental E1 a resina composta, a unidade de fotoativação e a técnica de ativação empregada foram idênticas às do Grupo Controle e executadas pelo mesmo operador. Após a execução da restauração provisória em cada dente (FIG. 15), eles foram novamente armazenados a 37°C durante sete dias em recipientes plásticos fechados contendo água destilada, para que a pasta de peróxido de hidrogênio a 30% (superoxol) e de perborato de sódio pudesse interagir com a estrutura dental.



Figura 14 – Curativo de demora com pasta de perborato de sódio e peróxido de hidrogênio a 35% inserido no preparo cavitário dos dentes do Grupo Experimental E1.



Figura 15 – Realização da restauração provisória de resina composta após aplicação da pasta clareadora.

Ao término de uma semana, foi removida a restauração provisória de resina composta, com uma ponta diamantada esférica nº 1012 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil, Lote 041220), montada em alta rotação (RS 350, Dabi-Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) (FIG. 16), e o curativo de demora, com spray de ar/água. No momento de troca do agente clareador, novo curativo de demora com o agente designado para o grupo foi aplicado à cavidade, e a restauração provisória foi repetida, sempre pelo mesmo operador, no sétimo e décimo quarto dias.

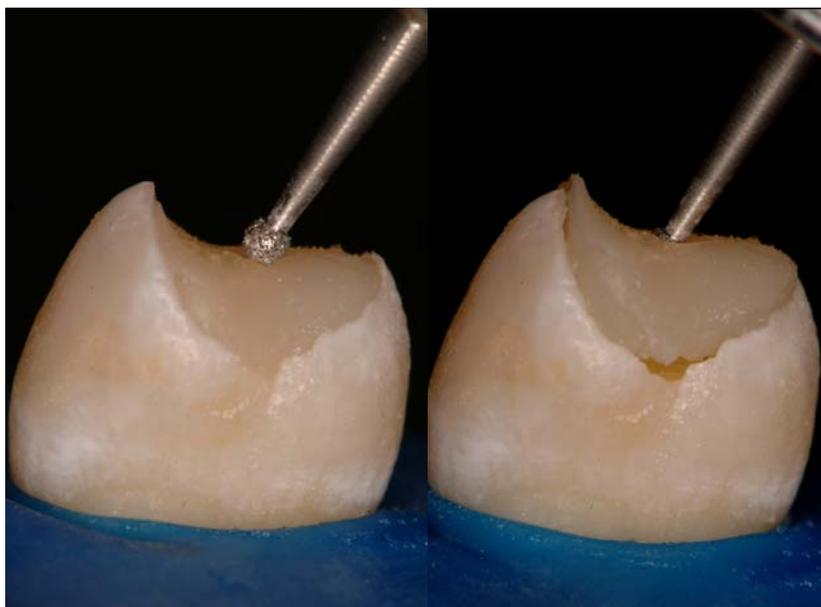


Figura 16 – Seqüência evidenciando a remoção da restauração provisória de resina composta com a ponta diamantada esférica nº 1012.

De maneira semelhante à realizada com o Grupo Controle, a restauração definitiva para os três dentes do Subgrupo Experimental E1-R0 foi realizada imediatamente após o término do tratamento clareador. O Subgrupo Experimental E1-R7 teve a restauração definitiva realizada em seus dentes sete dias após o término do tratamento clareador, e o

Subgrupo Experimental E1-R14 teve a restauração definitiva realizada em seus dentes 14 dias após o término do tratamento clareador. Essa estratégia teve como objetivo servir de tempo de espera para que ocorresse a liberação de oxigênio residual no interior dos túbulos dentinários (BARATIERI et al., 1993).

Após a execução dos procedimentos acima relatados em cada dente dos Subgrupos Experimentais E1-R0, E1-R7 e E1-R14, eles foram novamente armazenados a 37°C em recipientes plásticos fechados e umedecidos com água destilada, durante 24h, até o momento de obtenção das amostras (filetes) para o teste de microtração.

4.2.3 Grupo Experimental E2

Neste grupo a cavidade preparada foi parcialmente preenchida com um gel à base de peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence Endo, Ultradent Products Inc., South Jordan, Utah, EUA, Lote 6345) (FIG. 17), com o auxílio de um dispositivo de aplicação (FIG. 18), e recoberta com uma bolinha de algodão, constituindo-se no curativo de demora deste grupo (FIG. 19). Para a execução da restauração provisória, a resina composta, a unidade de fotoativação e a técnica de ativação empregada foram idênticas às do Grupo Controle e executadas pelo mesmo operador. Após a execução da restauração provisória em cada um dos dentes envolvidos, estes foram novamente armazenados a 37°C durante sete dias em recipientes plásticos fechados contendo água destilada, para que o gel clareador à base de peróxido de carbamida a 37% pudesse interagir com a estrutura dental.



Figura 17 – Apresentação comercial do gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence Endo, Ultradent Products Inc.).

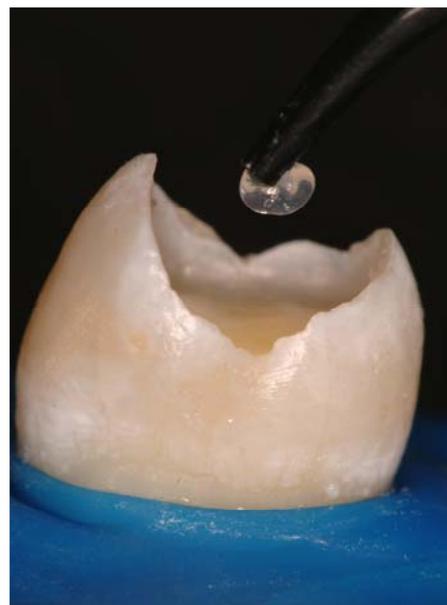


Figura 18 – Inserção do gel de peróxido de hidrogênio a 35%, com auxílio do dispositivo de aplicação fornecido pelo fabricante.

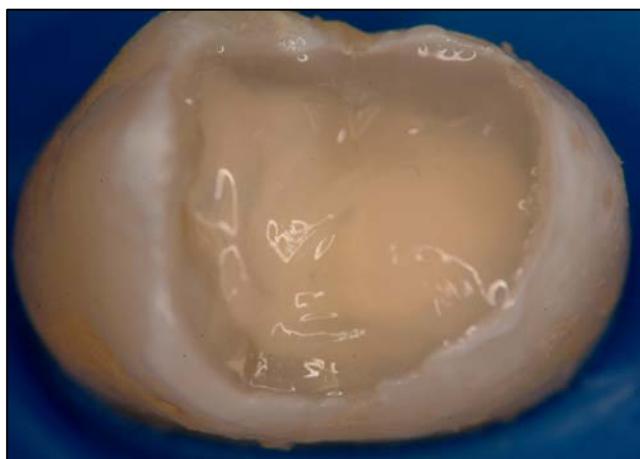


Figura 19 – Curativo de demora com gel de peróxido de hidrogênio a 35% inserido no preparo cavitário dos dentes do Grupo Experimental E2.

Os procedimentos de remoção e substituição do curativo de demora foram idênticos aos do Grupo Experimental E1. O mesmo procedimento foi repetido em relação ao gel clareador e à execução da restauração provisória no sétimo e décimo quarto dias da pesquisa.

De maneira semelhante à aplicada aos Grupos Controle e Experimental E1, a restauração definitiva para os três dentes do Subgrupo Experimental E2-R0 foi realizada imediatamente após o término do tratamento clareador. Os dentes dos Subgrupos Experimentais E2-R7 e E2-R14 foram restaurados definitivamente sete dias e 14 dias após o término do tratamento clareador, respectivamente.

Depois da execução dos procedimentos acima relatados em cada dente dos Subgrupos Experimentais E2-R0, E2-R7 e E2-R14, eles foram novamente armazenados a 37°C durante 24h em recipientes plásticos fechados contendo água destilada, até o momento da obtenção das amostras (filetes) para o teste de microtração.

4.2.4 Grupo Experimental E3

Neste grupo, os nove dentes tiveram suas cavidades parcialmente preenchidas com um curativo de demora constituído de um gel clareador à base de peróxido de carbamida a 37% (Whiteness Super Endo, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil, Lote 05AGO2004) (FIG. 20), com uma cânula plástica fornecida pelo fabricante do clareador (FIG. 21), e foram recobertos com uma bolinha de algodão, que se constituiu no curativo de demora deste grupo (FIG. 22). Para a execução da restauração provisória, a resina composta, a unidade de fotoativação e a técnica de ativação empregada foram idênticas às do Grupo Controle e executadas pelo mesmo operador. Todos os dentes foram clareados por 21 dias, e o curativo de demora foi trocado de sete em sete dias, a exemplo do que foi executado com os Grupos Experimentais E1 e E2, mantendo-se sempre os dentes a 37°C e umidificados com água destilada.



Figura 20 – Apresentação comercial do gel de peróxido de carbamida a 37% (Whiteness Super Endo, FGM Produtos Odontológicos).



Figura 21 – Inserção do gel de peróxido de carbamida a 37% com o auxílio do dispositivo de aplicação fornecido pelo fabricante do clareador.

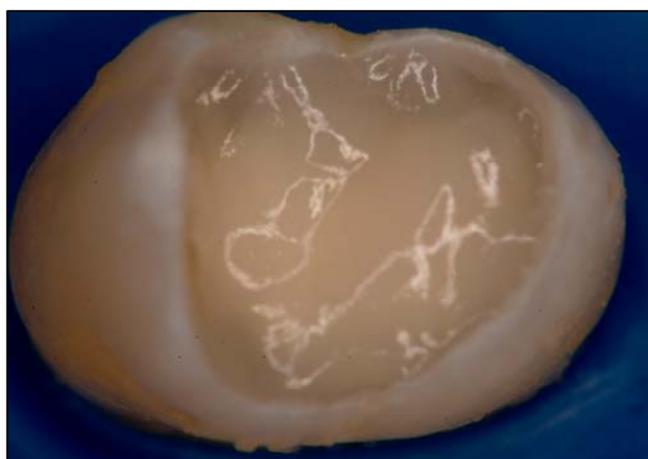


Figura 22 – Curativo de demora com gel de peróxido de carbamida a 37% inserido no preparo cavitário dos dentes do Grupo Experimental E3.

De maneira análoga à aplicada aos Grupos Controle e Experimentais E1 e E2, a restauração definitiva para os três dentes do Grupo Experimental E3-R0 foi realizada imediatamente após o término do tratamento clareador. Os dentes dos Subgrupos Experimentais E3-R7 e E3-R14 foram restaurados definitivamente sete dias e 14 dias após o término do tratamento clareador, respectivamente.

Previamente à obtenção das amostras (filetes) para o teste de microtração, os nove dentes dos Subgrupos Experimentais E3-R0, E3-R7 e E3-R14 foram novamente armazenados durante 24h a 37°C em recipientes plásticos fechados contendo água destilada.

4.3 TESTE DE MICROTRAÇÃO

4.3.1 Preparo das amostras para o teste de microtração

Depois de 24h da realização da restauração definitiva dos 36 dentes, estes foram removidos da cera utilidade (NewWax, Technew Com. Ind. Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Lote 04030) que os mantinha em posição nos cilindros de plástico (FIG. 23) e foram fixados com cera pegajosa (NewWax, Technew Com. Ind. Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Lote 04030) ao dispositivo de localização para corte de dentes desenvolvido especialmente para esta pesquisa.

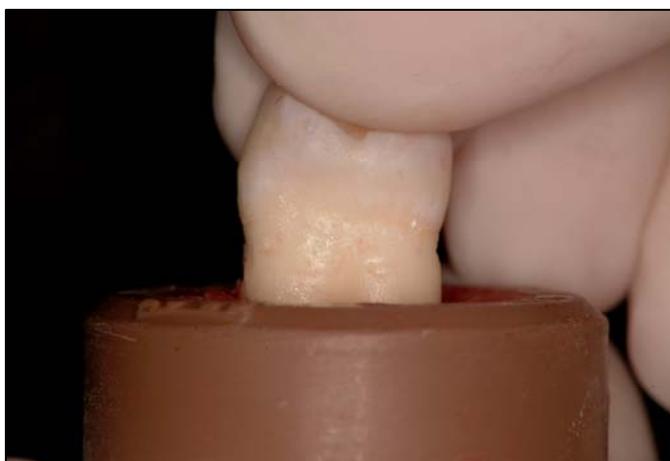


Figura 23 – Remoção do dente do interior do cilindro de plástico após restauração definitiva com resina composta.

O dispositivo consistia de uma peça quadrangular de alumínio com 30mmx30mmx10mm de largura, altura e espessura, respectivamente, e apresentava orifícios nas faces laterais e inferior (FIG. 24 e 25) para fixar-se com parafuso ao braço da máquina de cortes (ISOMET 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA). Na face superior o dispositivo possuía uma área central em baixo relevo, com diâmetro interno de 20mm x 27mm na menor e maior dimensão, respectivamente (FIG. 26). O dispositivo era fixado à máquina de cortes por meio de parafuso num dos orifícios da face inferior. Isso permitia posicionar a face superior do dispositivo paralelo à lâmina do disco de corte (disco diamantado de dupla face, 102mm de diâmetro x 0,3mm de espessura, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) (FIG. 27).



Figura 24 – Vista látero-superior do dispositivo de localização para corte de dentes utilizado na pesquisa.



Figura 25 – Vista inferior do dispositivo de localização para corte de dentes utilizado na pesquisa.



Figura 26 – Vista superior do dispositivo de localização para corte de dentes com detalhe para a área em baixo relevo.



Figura 27 – Demonstração da fixação do dispositivo de localização para corte de dentes paralelamente ao disco de corte.

Na face lateral, o dispositivo de localização para corte de dentes apresentava um orifício que permitia o posicionamento de sua face superior perpendicularmente à lâmina do disco de corte (FIG. 28).



Figura 28 – Demonstração da fixação do dispositivo de localização para corte de dentes com a face superior perpendicular ao disco de corte.

4.3.2 Preenchimento da câmara pulpar

Para propiciar a obtenção das amostras para o teste de microtração (filetes) na região correspondente ao teto da câmara pulpar, esta foi preenchida com resina composta. Inicialmente, foi executado o corte da raiz. Para tanto, os dentes foram fixados com cera pegajosa (NewWax, Technew Com. Ind. Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Lote 04030), individualmente, paralelos à maior dimensão da área em baixo relevo do dispositivo de localização para corte de dentes e, em seguida, foi realizada uma demarcação com caneta hidrocor na raiz dental, 4mm abaixo do limite amelocementário (FIG. 29). O dispositivo foi fixado ao braço da máquina de cortes pelo orifício localizado em sua face lateral, e o corte da

raiz foi executado perpendicularmente ao longo eixo de cada dente, sobre a demarcação da caneta de hidrocor, com velocidade constante de 400r.p.m., sob refrigeração com água e pressão de 50g (FIG. 30).

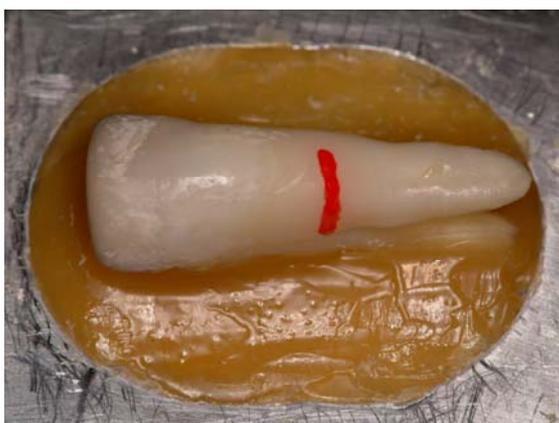


Figura 29 – Dente fixado com cera pegajosa, paralelo à maior dimensão da área em baixo relevo. Note a demarcação com caneta hidrocor 4mm abaixo do limite amelocementário.



Figura 30 – Execução de corte perpendicular ao longo eixo do dente sobre a área demarcada. Note que o corte foi realizado sob constante irrigação.

Após o corte da raiz, a câmara pulpar de cada dente foi acessada pelo terço cervical com uma broca de aço-tungstênio esférica lisa nº 3 (Wilcos do Brasil Ind. e Com. Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil, Lote 603193CE0044) em contra-ângulo (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil). A câmara pulpar foi esvaziada (FIG. 31) com curetas e sondas exploradoras e a seguir condicionada com ácido fosfórico a 35% (gel condicionador Scotchbond, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, Lote 200541) (FIG. 32) por 15s e enxaguada com spray de ar/água durante 15s e seca por 2s a 5s. Com o auxílio de um aplicador descartável (KG Brush, KG, Barueri, SP, Brasil), foram aplicadas duas camadas consecutivas de adesivo (Adper Single Bond, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, Lote 4KB) (FIG. 33), secado com ar por 2s a 5s e fotopolimerizado por 10s com uma unidade fotoativadora (VIP Curing Light, Bisco, Schaumburg, IL, EUA) (FIG. 34). Após a aplicação do sistema adesivo no interior da câmara

pulpar, esta foi totalmente preenchida com resina composta (Filtek Z250, cor A2B, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, Lote 4CU) em vários incrementos de no máximo 1mm de espessura (FIG. 35). Com o preenchimento da câmara pulpar (FIG. 36), tornou-se possível a obtenção de amostras (filetes) da região correspondente ao teto da câmara pulpar.



Figura 31 – Esvaziamento da câmara pulpar após seccionamento da raiz.

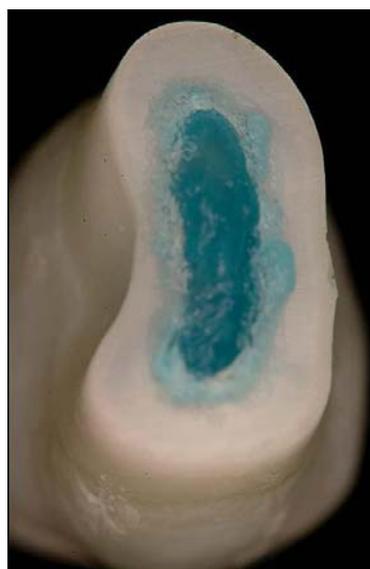


Figura 32 – Condicionamento por via apical da câmara pulpar com ácido fosfórico a 35%.



Figura 33 – Aplicação do sistema adesivo no interior da câmara pulpar com auxílio de aplicador descartável.

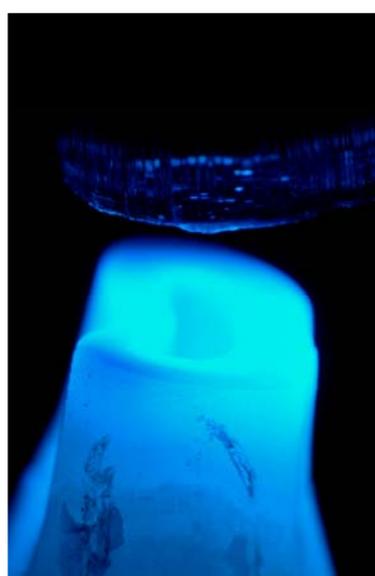


Figura 34 – Fotoativação do sistema adesivo aplicado no interior da câmara pulpar.



Figura 35 – Insetção de incremento de resina composta no interior da câmara pulpar.



Figura 36 – Câmara pulpar restaurada com resina composta.

4.3.3 Obtenção das amostras (filetes) para o teste de microtração

Cada coroa dental seccionada foi novamente fixada com cera pegajosa (NewWax, Technew Com. Ind. Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Lote 04004) à direita e com a face de corte da raiz voltada para o dispositivo de localização para corte de dentes (FIG. 37). O dispositivo, por sua vez, foi novamente fixado ao braço da máquina de cortes.



Figura 37 – Fixação com cera pegajosa da coroa dental com a face de corte da raiz voltada para o dispositivo. Note o posicionamento à direita da coroa na área em baixo relevo.

Os cortes foram executados serialmente da seguinte maneira:

- a) a coroa dental foi posicionada rente ao disco de corte, com a face vestibular voltada para o disco (FIG. 38). Neste momento, o mostrador de posicionamento da máquina de cortes foi zerado (FIG. 39);
- b) o conjunto coroa dental/dispositivo de localização foi deslocado para a direita (FIG. 40), e a dimensão vestibulopalatal da coroa foi registrada no mostrador;
- c) na seqüência, foram executados dois cortes iniciais (FIG. 41) para eliminar as faces vestibular e palatal, deixando espessura de coroa suficiente para obtenção de três fatias de 0,9mm de espessura cada. Considerando a espessura do disco de corte (0,3mm), foram necessários 3,6mm de estrutura dental, no sentido vestibulopalatal, para a obtenção das três fatias;
- d) o conjunto coroa dental/dispositivo foi reposicionado, girando-se 90° no sentido anti-horário. A coroa ficou com a face proximal (mesial) voltada para o disco de corte (FIG. 42), e o mostrador de posicionamento da máquina de cortes foi novamente zerado;
- e) o conjunto coroa dental/dispositivo foi deslocado para a direita (FIG. 43), e a dimensão méso-distal da coroa foi registrada no mostrador da máquina de corte;
- f) dois cortes adicionais foram executados no sentido vestibulopalatal para eliminar as faces proximais, de modo similar ao realizado no item c (FIG. 44);
- g) cortes seqüenciais, distantes 1,2mm entre si, foram executados no sentido vestibulopalatal para a obtenção de três fatias de distal para mesial (FIG. 45);

- h) novos cortes seqüenciais foram realizados, perpendiculares aos anteriores, obtendo-se filetes com dimensões aproximadas de $0,81\text{mm}^2$ de secção transversal, de modo idêntico ao realizado por Perdigão et al. (2001) (FIG. 46);
- i) os filetes foram coletados em recipiente plástico transparente preenchido com água destilada, que foi colocado no lugar da cuba de alumínio da máquina de corte, com a finalidade de evitar perdas de espécimes ou fragilização deles.

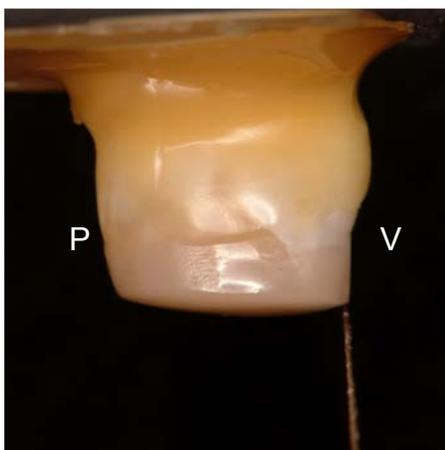


Figura 38 – Posicionamento da coroa com a face vestibular voltada para o disco de corte.



Figura 39 – Visualização do momento em que o mostrador de posicionamento da máquina de cortes foi zerado.

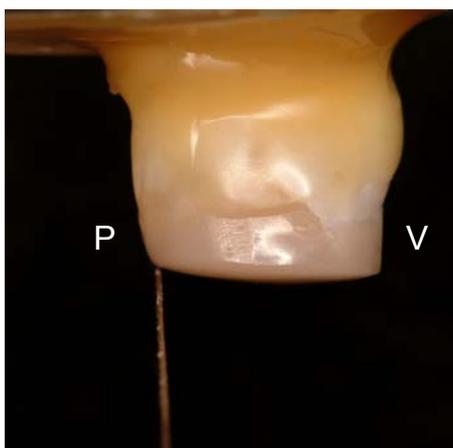


Figura 40 – Posicionamento da coroa com a face palatal voltada para o disco de corte.

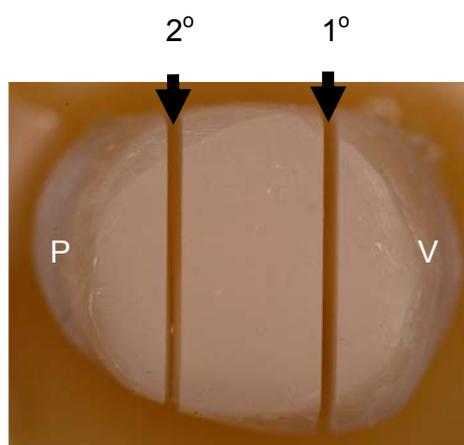


Figura 41 – Execução dos cortes iniciais no sentido méso-distal para eliminação das faces vestibular e palatal.

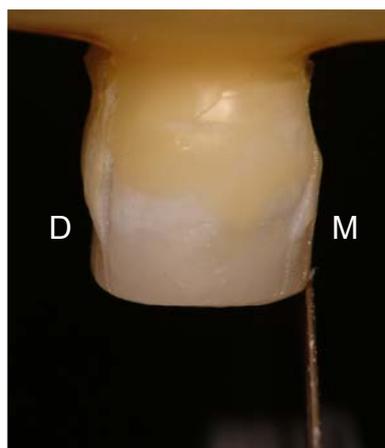


Figura 42 – Posicionamento da coroa com a face mesial voltada para o disco de corte.

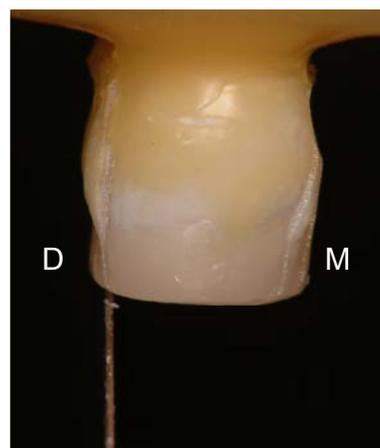


Figura 43 – Posicionamento da coroa com a face distal voltada para o disco de corte.

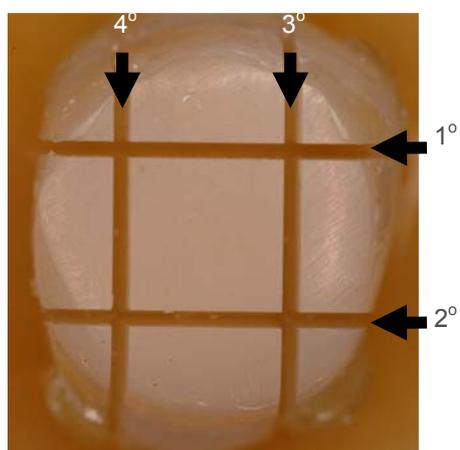


Figura 44 – Visualização dos cortes executados no sentido vestibulopalatal para eliminação das faces mesial e distal.

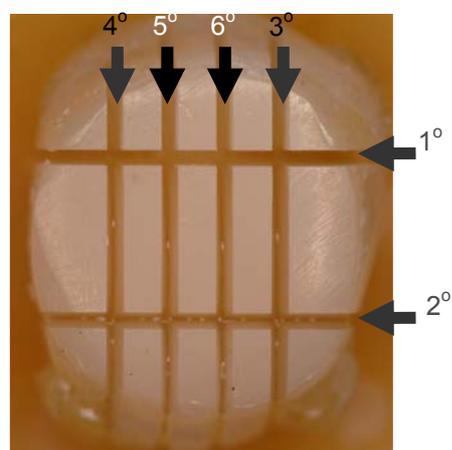


Figura 45 – Visualização dos cortes seqüenciais executados no sentido vestibulopalatal. Note que foram obtidas três fatias no sentido méso-distal na porção central da coroa.

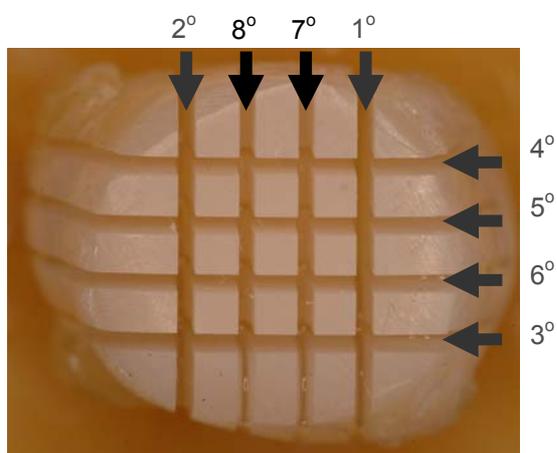


Figura 46 – Cortes seqüenciais executados no sentido méso-distal. Note que foram obtidas três fatias no sentido vestibulopalatal na porção central da coroa.

4.3.4 Avaliação e mensuração das amostras para o teste de microtração

Para examinar a qualidade das amostras (filetes) (FIG. 47) para o teste de microtração, elas foram avaliadas sob aumento de 10X em um microscópio óptico (Leica DM 4000 M, Bensheim, Alemanha) e imediatamente mensuradas com paquímetro eletrônico digital (modelo 727, Starrett, Itu, SP, Brasil), com precisão de 0,01mm (FIG. 48). Foram mensuradas a largura e a espessura de cada filete, estando as medidas desejadas em torno de 0,9mm ($\pm 0,2$ mm) (Perdigão et al., 2001), totalizando uma área de superfície aproximada de $0,81\text{mm}^2$.



Figura 47 – Filetes de resina composta e dentina obtidos de pré-molar superior.



Figura 48 – Mensuração do filete de resina composta e dentina, na região de interface, com paquímetro eletrônico digital (modelo 727, Starrett)

Os filetes com suspeita de qualquer falha adesiva ou, eventualmente, fora dos padrões preestabelecidos foram descartados.

4.3.5 Teste de resistência de união por microtração

Após a obtenção dos filetes, as porções de resina composta e de dentina foram identificadas com caneta hidrocor, em área distante da interface, com as cores vermelha e azul, respectivamente. Esse procedimento facilitou a identificação das partes após a fratura.

Os filetes foram individualmente colados pelas suas extremidades com um adesivo em gel à base de cianoacrilato de polimerização rápida (SuperBonder, Henkel Loctite Adesivos Ltda., Itapevi, SP, Brasil, Lote EA) a um dispositivo especial de microtração (dispositivo de Geraldeli para microtração) (FIG. 49) adaptado a uma máquina de ensaios universal (Instron, modelo 4444, Instron Corp., Canton, MA, EUA) (FIG. 50).

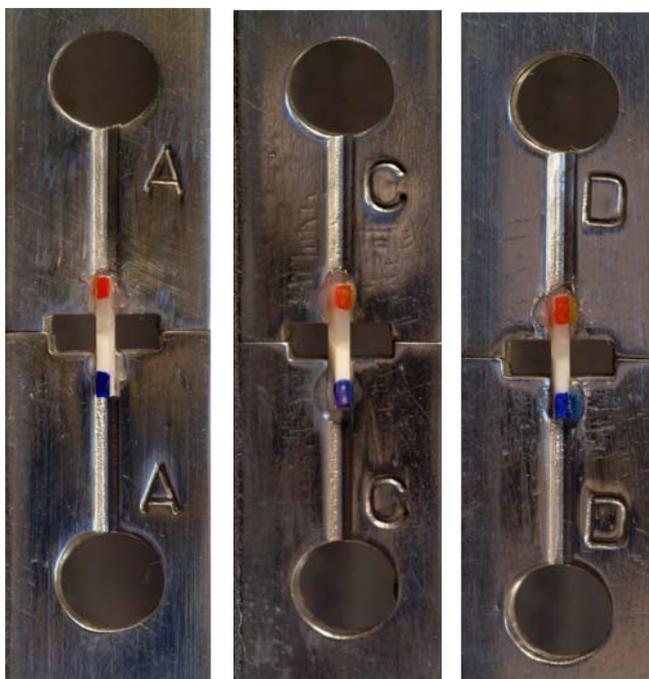


Figura 49 – Filetes de resina composta (cor vermelha) e dentina (cor azul) fixados por adesivo de cianoacrilato ao dispositivo de Geraldeli para microtração.

Os testes de microtração foram realizados até a obtenção da fratura (FIG. 51) com uma velocidade de travessa constante de 0,5mm/min. Previamente ao teste, o painel da máquina de testes universal foi programado com a velocidade de travessa e ajustada para detectar o valor máximo de carga necessária para a fratura do espécime (em quilonewton) e retornar à posição zero (inicial), para permitir que novo espécime fosse posicionado para o teste.

Os resultados obtidos foram registrados em planilha e podem ser vistos no APÊNDICE A.

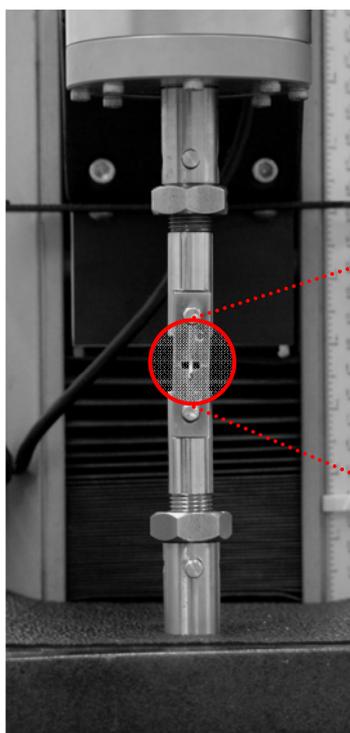


Figura 50 – Adaptação do dispositivo de Geraldeli para microtração à máquina de ensaios universal (Instron, modelo 4444).

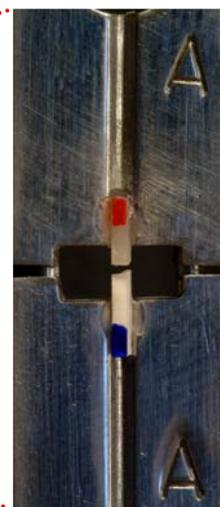


Figura 51 – Filete de resina composta e dentina fraturado após a aplicação da carga de tração. Note o afastamento das metades do dispositivo de Geraldeli para microtração.

4.4 ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA EM MEV

Com o objetivo de padronizar as análises ao MEV, foram confeccionadas amostras de resina composta, de dentina e de adesivo, denominadas de padrões. As amostras de resina composta foram obtidas pela inserção da mesma resina composta utilizada nesta pesquisa no interior de uma matriz metálica de aço inoxidável, bipartida, com espaço interno de 20mm x1,0mmx1,0mm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente. As metades da matriz eram mantidas em posição na base por parafusos (FIG. 52). Após a devida polimerização, o filete de resina composta foi removido do dispositivo (FIG. 53), submetido ao teste de microtração e analisado ao MEV para análise do padrão de fratura. Para a obtenção dos filetes de adesivo, o mesmo frasco de adesivo utilizado nesta pesquisa foi agitado e vertido até preencher a mesma matriz metálica utilizada para a confecção dos filetes de resina composta (FIG. 54). Os filetes de adesivo também foram polimerizados, submetidos ao teste de microtração e submetidos à análise ao MEV para a determinação do padrão de fratura. Para análise do padrão de fratura da dentina ao MEV, filetes de dentina, com área de secção transversal de 1,0mm², foram obtidos por meio de cortes no sentido longitudinal de outros pré-molares superiores humanos extraídos e submetidos ao teste de microtração.

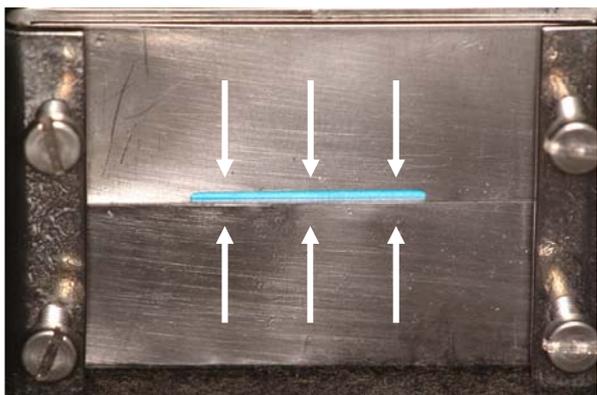


Figura 52 – Matriz metálica bipartida com espaço interno de 20mmx1,0mmx1,0mm de comprimento, largura e profundidade, respectivamente.



Figura 53 – Confeção do filete padrão de resina composta na matriz metálica bipartida.



Figura 54 – Confeção do filete padrão de adesivo na matriz metálica bipartida.

Para se verificar o tipo de fratura após o teste de microtração, todas as amostras (filetes) foram montados em porta-amostras, recobertos metalicamente com ouro/paládio (SCD 005, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein) e analisados ao microscópio eletrônico de varredura (Philips XL-30, Philips Electric Corp., Eindhoven, Holanda) sob corrente de 20kV e distância de trabalho de 7,6cm a 12,6cm. Todas as porções dentinárias e de resina composta de todos os filetes, bem como as superfícies de fratura dos padrões de resina composta (FIG. 55 e 56), de adesivo (FIG. 57 e 58) e de dentina (FIG. 59 e 60) foram analisadas. Para distinção dos substratos, nos casos em que houve dúvidas, foram feitas aproximações maiores (FIG. 61 a 64).

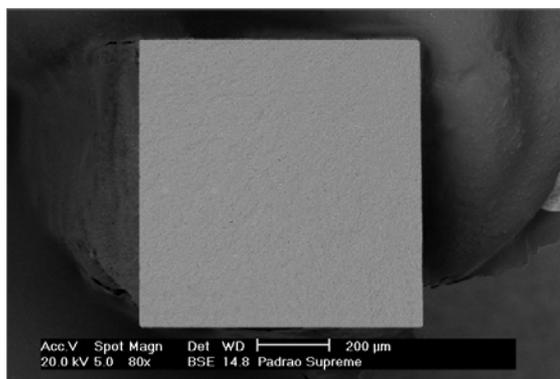


Figura 55 – Fotomicrografia do topo do filete de resina composta após a fratura (padrão de fratura de resina composta Filtek Supreme).

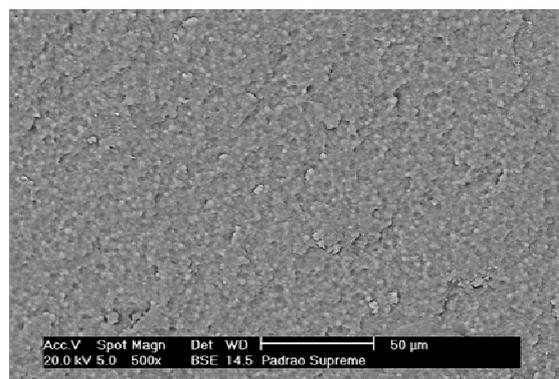


Figura 56 – Fotomicrografia em maior aumento do topo do filete de resina composta da FIG. 55.

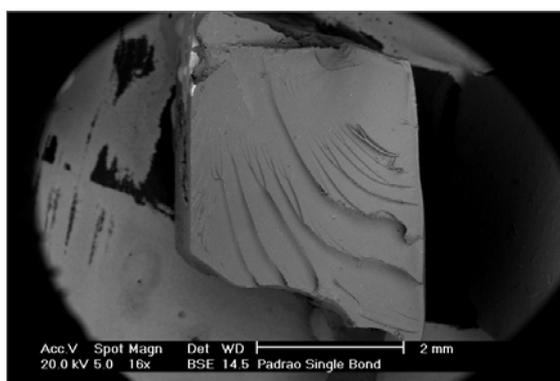


Figura 57 – Fotomicrografia do topo do filete de adesivo (padrão de fratura do adesivo Single Bond).

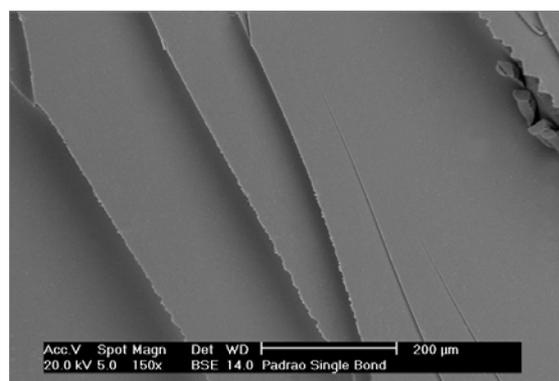


Figura 58 – Fotomicrografia em maior aumento do topo do filete de adesivo da FIG. 57.

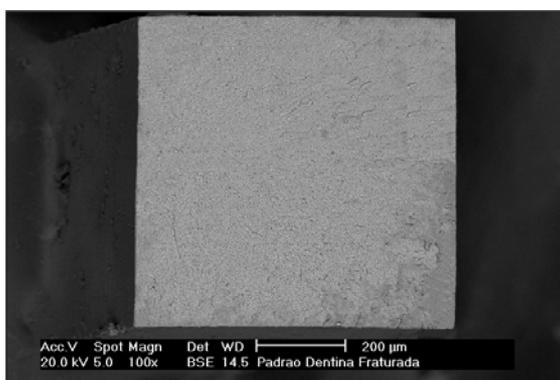


Figura 59 – Fotomicrografia do topo do filete de dentina após a fratura (padrão de fratura da dentina).

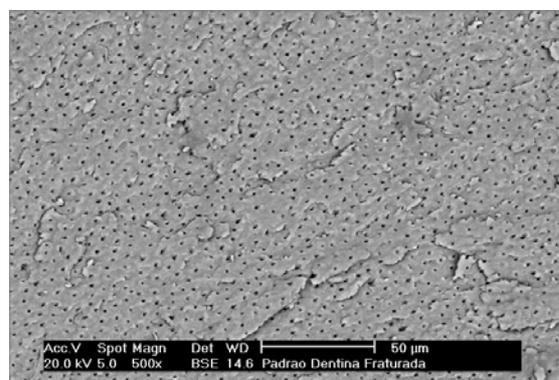


Figura 60 – Fotomicrografia em maior aumento do topo do filete de dentina da FIG. 59.

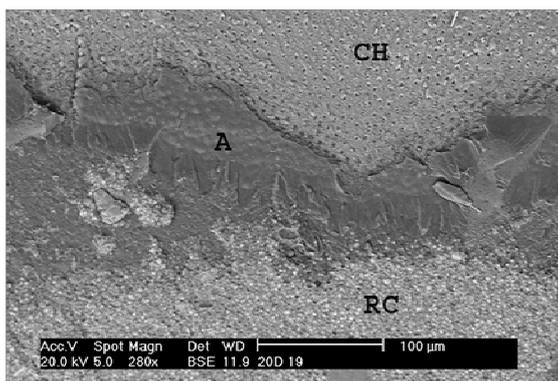


Figura 61 – Fotomicrografia em maior aumento evidenciando camada híbrida (CH), adesivo (A) e resina composta (RC).

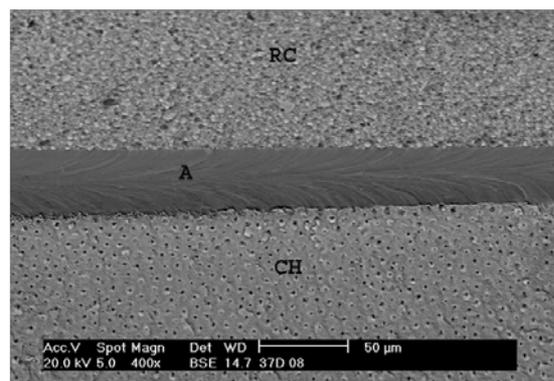


Figura 62 – Fotomicrografia em maior aumento evidenciando resina composta (RC), adesivo (A) e camada híbrida (CH)

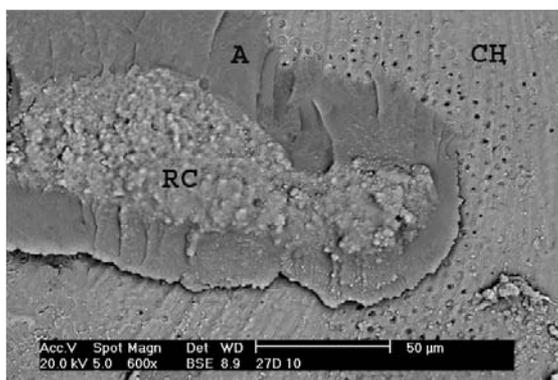


Figura 63 – Fotomicrografia em maior aumento evidenciando camada híbrida (CH), adesivo (A) e resina composta (RC).

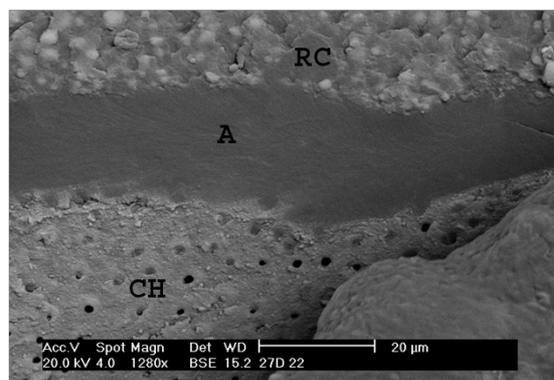


Figura 64 – Fotomicrografia em maior aumento evidenciando resina composta (RC), adesivo (A) e camada híbrida (CH).

As fraturas foram classificadas com base no sistema de classificação de Hashimoto et al. (2002), após modificação, nos seguintes tipos: (A) falha coesiva na resina composta; (B) falha coesiva no adesivo e/ou na camada híbrida; (C) falha coesiva na dentina; (D) falha mista, ou seja, associação dos tipos A e B, B e C ou A,B e C (FIG. 65).

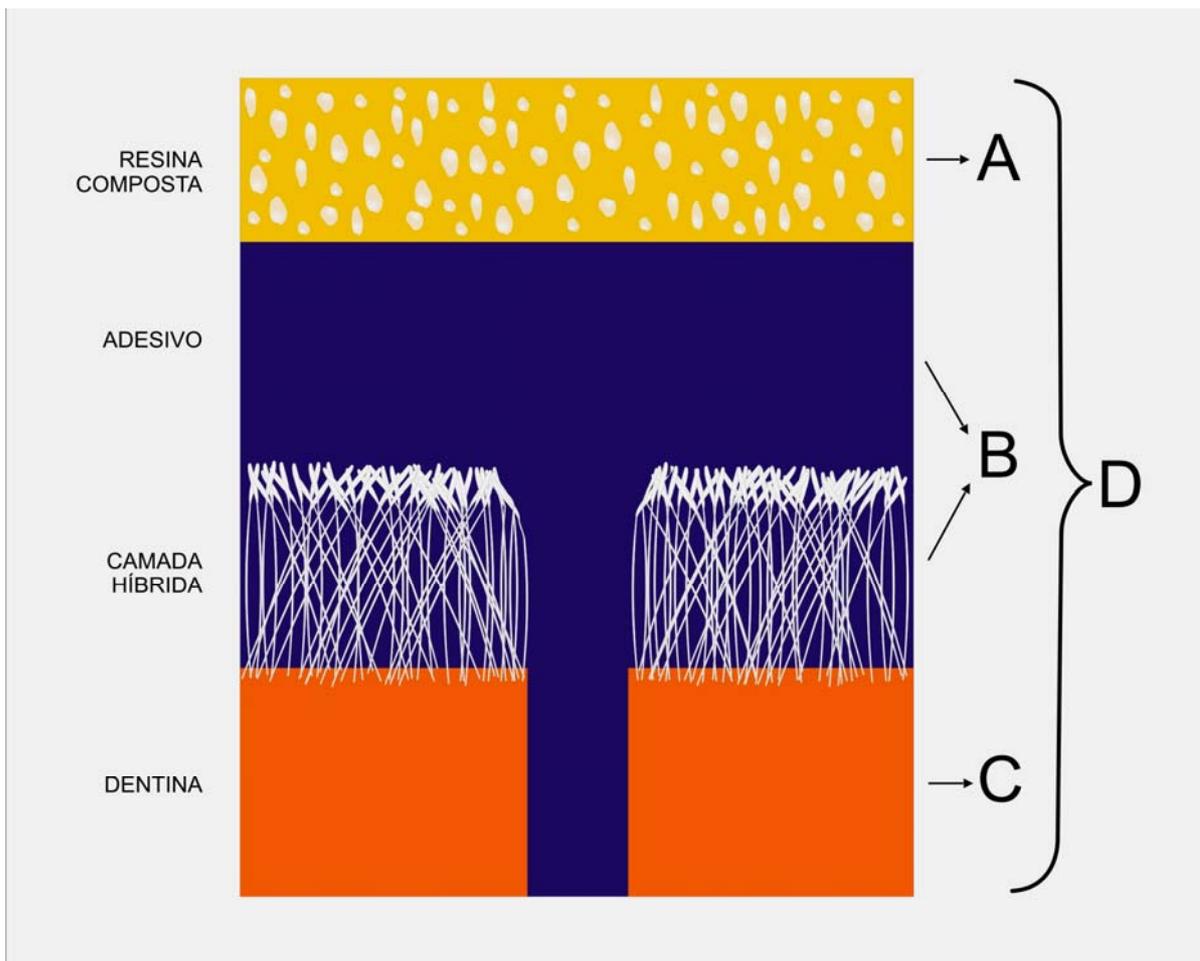


Figura 65 – Diagrama esquemático representativo dos modos de falha, modificado a partir da classificação de Hashimoto et al. (2002).

Os filetes fraturados e classificados como sendo do tipo A (fratura coesiva na resina composta) (APÊNDICE B) ou com escoamento de cola para a zona de interface (APÊNDICE C), ou, ainda, com esmalte remanescente em sua superfície (APÊNDICE D) foram eliminados do experimento por não permitirem a real mensuração da resistência de união da resina à dentina.

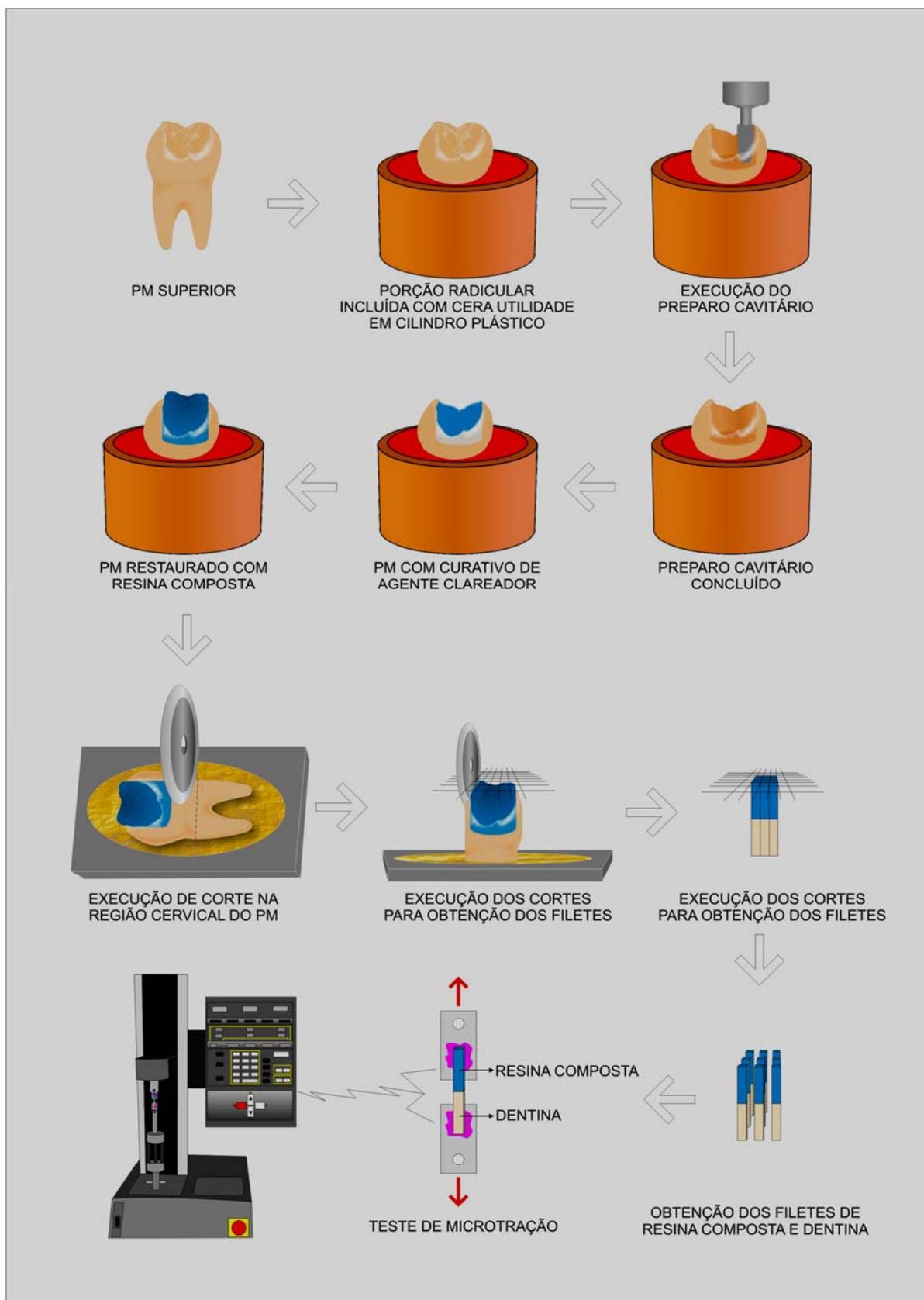


Figura 66 – Esquema representativo das fases experimentais.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o tratamento estatístico dos dados, duas variáveis foram consideradas: material clareador; e tempo de espera para a execução da restauração definitiva. Com base nessas informações e com o objetivo de verificar possíveis diferenças entre os grupos, foi empregada análise de variância de dois critérios (Anova 2) ($p=0,05$). As comparações individuais foram realizadas com teste de diferença honestamente significativa de Tukey (HSD) ($p=0,05$).

5 RESULTADOS

5.1 RESISTÊNCIA DE UNIÃO À MICROTRAÇÃO

Os filetes fraturados, classificados como tipo A (fratura coesiva na resina composta), com escoamento da cola (adesivo de cianoacrilato) para a zona de interface, ou com esmalte remanescente, foram eliminados do experimento por não permitirem a real mensuração da resistência de união da resina à dentina (TAB. 1). Apenas os filetes fraturados do tipo B (fratura coesiva no adesivo e/ou na camada híbrida) e do tipo D (fratura mista ou associação dos tipos A e B, B e C, ou A, B e C) foram utilizados para a análise estatística (TAB. 2).

Os resultados obtidos no teste de resistência de união à microtração da resina composta à dentina, após clareamento interno não vital por 21 dias, com diferentes agentes clareadores e tempos de espera para a realização da restauração definitiva, e as respectivas estatísticas descritivas (média, desvio padrão, mínimo, máximo, coeficiente de variação e intervalo de confiança de 95%) estão representados na TAB. 3.

Tabela 1 – Número de filetes eliminados de acordo com os grupos e subgrupos. R0 – Restauração imediata após o término do clareamento; R7 – Restauração 7 dias após o término do clareamento; R14 – Restauração 14 dias após o término do clareamento; A – Fratura coesiva em resina composta; C – Fratura coesiva em dentina

FILETES ELIMINADOS													
GRUPO	Tipo de Fratura/Subgrupo						Cola na Interface/ Subgrupo			Esmalte na Interface/ Subgrupo			TOTAL
	A			C			RO	R7	R14	RO	R7	R14	
	RO	R7	R14	RO	R7	R14							
Controle C	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
Experimental E1	1	1	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	7
Experimental E2	4	2	3	-	-	-	1	-	2	1	-	5	18
Experimental E3	3	2	2	-	-	-	3	-	1	2	8	1	22
Total	26			0			8			18			52

Tabela 2 – Número de filetes utilizados de acordo com os grupos e subgrupos. R0 – Restauração imediata após o término do clareamento; R7 – Restauração 7 dias após o término do clareamento; R14 – Restauração 14 dias após o término do clareamento; B – Fratura coesiva no adesivo e/ou camada híbrida; D – Fratura mista ou associação dos tipos A e B, B e C, ou A, B e C.

FILETES UTILIZADOS							
SUBGRUPOS/TIPOS DE FRATURA							
GRUPOS	R0		R7		R14		TOTAL
	B	D	B	D	B	D	
Controle	-	17	-	15	-	17	49
Experimental E1	1	21	2	19	-	18	61
Experimental E2	-	17	-	16	-	20	53
Experimental E3	-	14	-	13	-	18	45
TOTAL	70		65		73		208

Tabela 3 – Resultados de resistência de união à microtração da resina composta à dentina, após clareamento interno não vital, com diferentes agentes clareadores e tempos de espera para a realização da restauração definitiva, e respectivas estatísticas descritivas (média, desvio padrão, mínimo, máximo, coeficiente de variação e intervalo de confiança de 95%)

Grupo	Subgrupo	Amostra	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	CV	-IC(95%)	+IC(95%)
Controle C	R0	17	35,71	14,27	16,74	69,90	39,96	28,37	43,04
	R7	15	36,96	13,00	20,39	66,57	35,16	29,76	44,16
	R14	17	35,28	8,90	20,43	50,22	25,21	30,71	39,86
Experimental E1	R0	22	36,02	14,91	12,90	64,82	41,39	29,41	42,63
	R7	21	35,08	15,52	15,35	72,74	44,25	28,01	42,14
	R14	18	36,41	12,74	17,31	56,80	34,98	30,07	42,74
Experimental E2	R0	17	37,37	12,63	17,78	60,85	33,79	30,88	43,87
	R7	16	35,21	15,77	14,83	66,97	44,78	26,81	43,61
	R14	20	36,88	14,92	22,98	70,98	40,45	29,90	43,86
Experimental E3	R0	14	31,70	14,85	14,80	66,76	46,86	23,12	40,27
	R7	13	37,50	10,40	24,51	56,15	27,72	31,22	43,79
	R14	18	35,29	16,51	13,53	63,90	46,79	27,08	43,50

As médias (MPa) da resistência de união à microtração para os diferentes grupos estão ilustradas na FIG. 67.

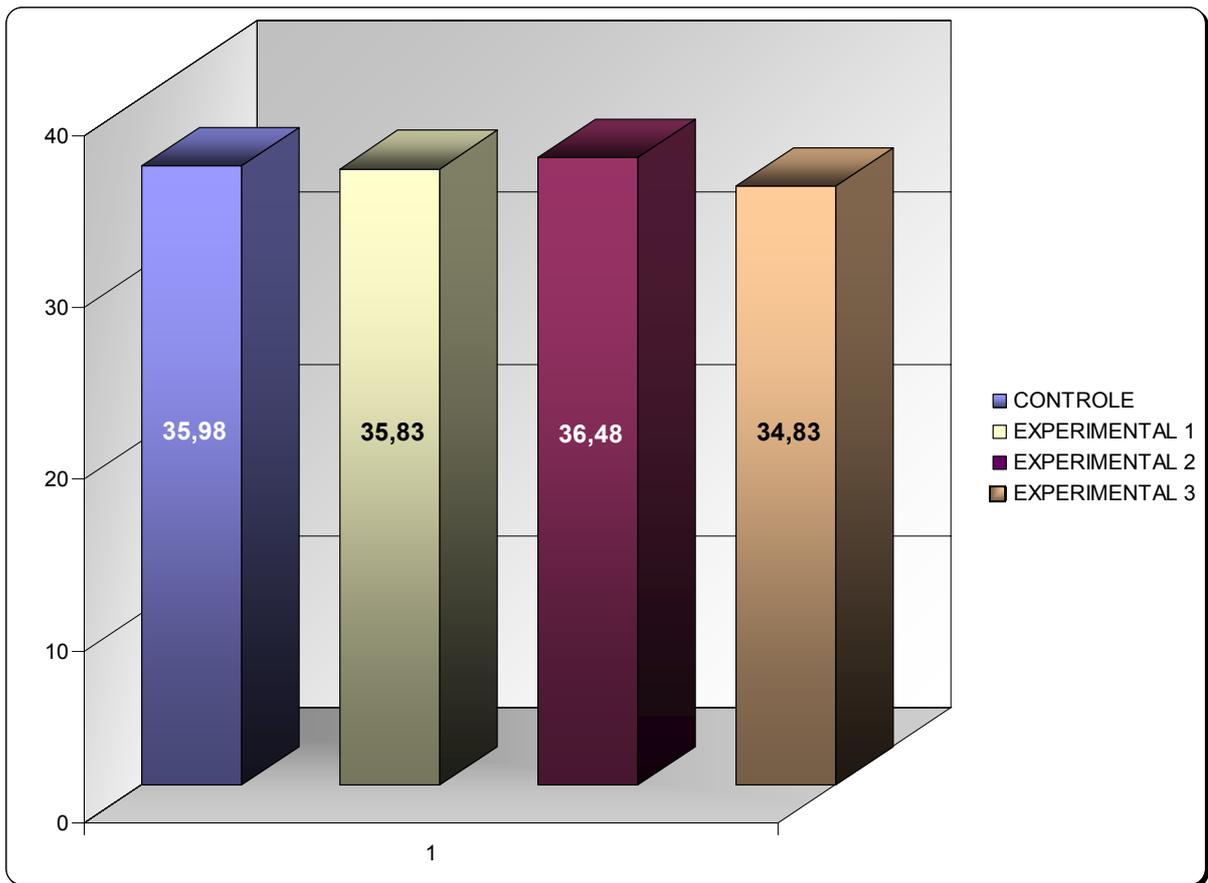


Figura 67 – Médias (MPa) da resistência de união à microtração dos Grupos Controle, Experimental 1, Experimental 2 e Experimental 3.

A FIG. 68 indica a variabilidade de cada grupo de variáveis do conjunto de dados, ou seja, de cada grupo. Traçando-se uma linha horizontal, percebe-se um intervalo de coincidência entre os *boxes*. Isso indica a ausência de diferença estatística significativa entre os Grupos Controle e Experimentais.

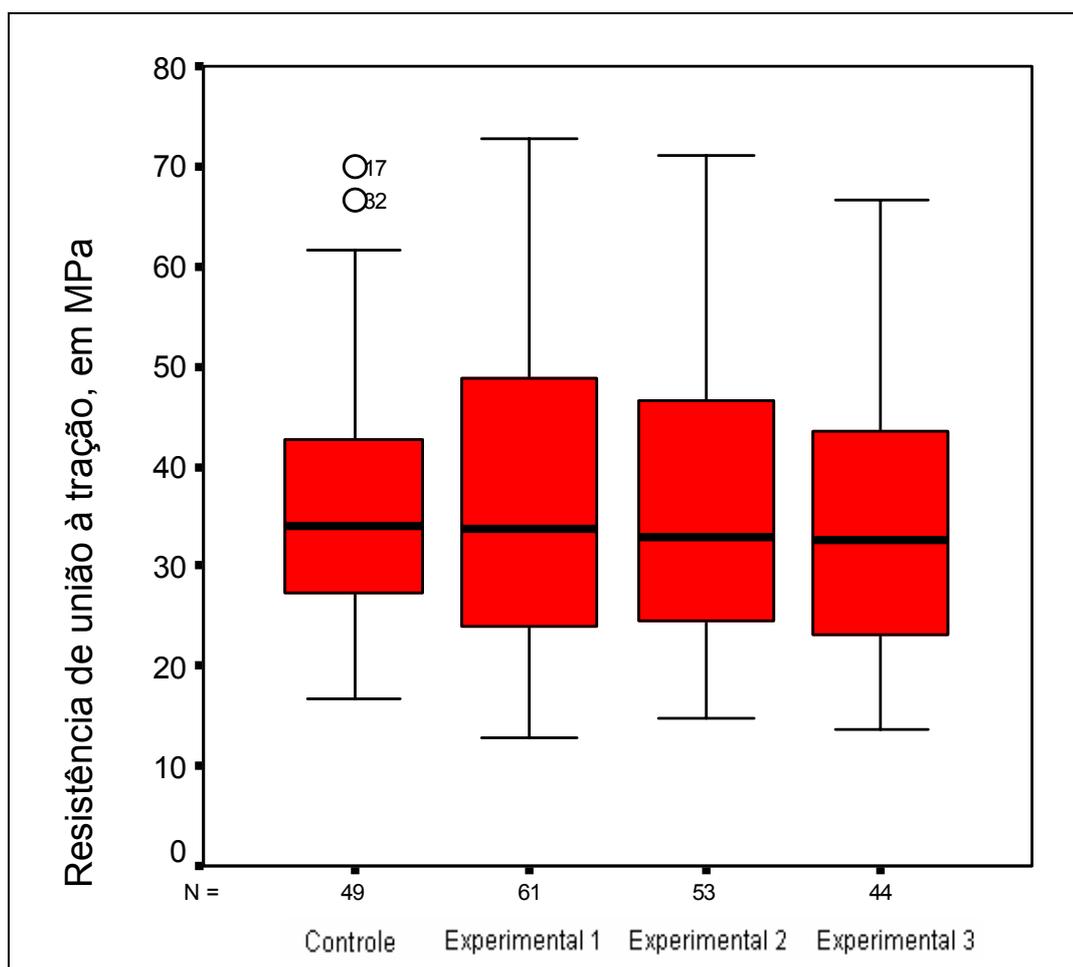


Figura 68 – Gráfico da dispersão (*Box-plot*) dos resultados para os Grupos Controle e Experimentais.

A FIG. 69 indica a variabilidade de cada grupo de variáveis de cada Subgrupo R0, dos respectivos grupos controle e experimentais. Traçando-se uma linha horizontal, percebe-se um intervalo de coincidência entre os *boxes*, ou seja, a ausência de diferença estatística significativa entre os Subgrupos R0, para os diferentes agentes clareadores utilizados.

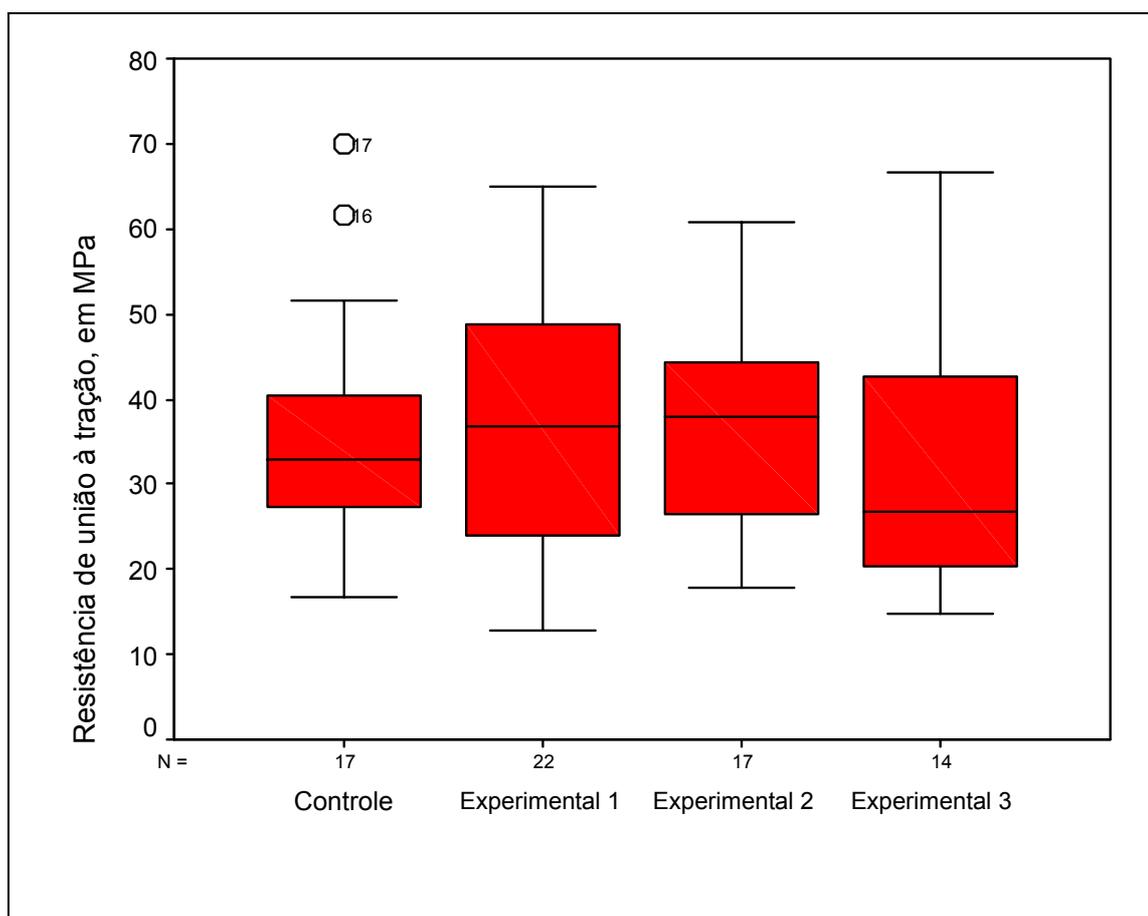


Figura 69 – Gráfico da dispersão (Box-plot) dos resultados para os Subgrupos R0.

A variabilidade de cada grupo de variáveis dos Subgrupos R7, dos respectivos grupos controle e experimentais, está representada na FIG. 70. Do mesmo modo, percebe-se um intervalo de coincidência entre os *boxes*, que indica a ausência de diferença estatística significativa entre os Subgrupos R7.

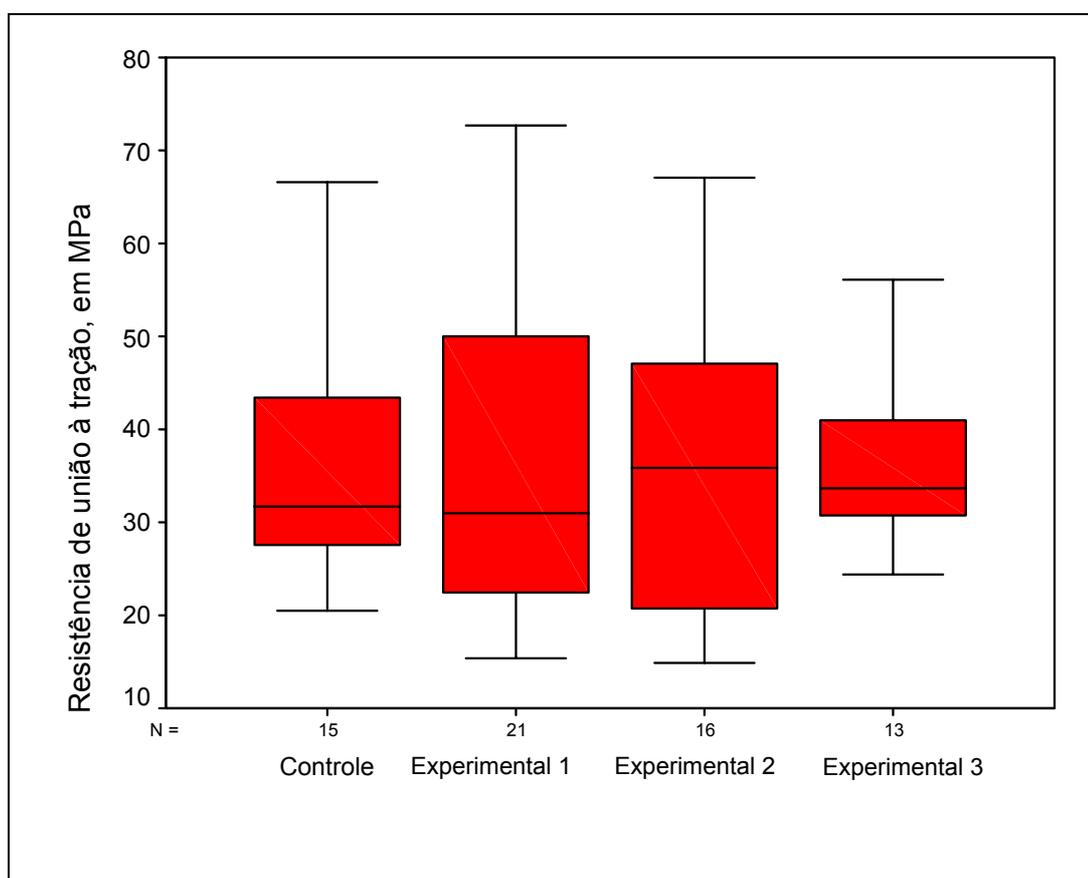


Figura 70 - Gráfico da dispersão (Box-plot) dos resultados para os Subgrupos R7.

A FIG. 71 indica a variabilidade de cada grupo de variáveis do conjunto de dados, no caso, cada Subgrupo R14, dos respectivos grupos controle e experimentais. Traçando-se uma linha horizontal, percebe-se um intervalo de coincidência entre os *boxes*. Isso indica a ausência de diferença estatística significativa entre os Subgrupos R14, independentemente do agente clareador utilizado.

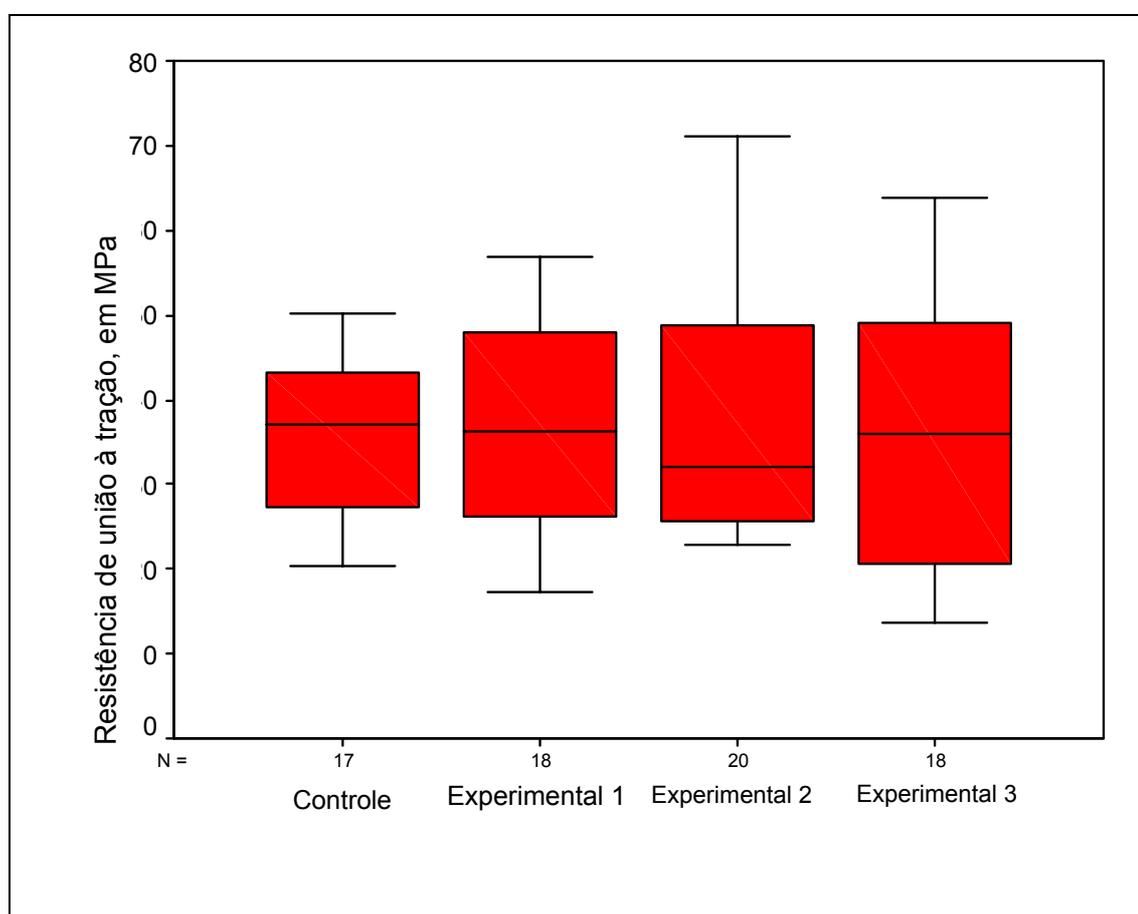


Figura 71 - Gráficos da dispersão (Box-plot) dos resultados para os Subgrupos R14.

A hipótese a ser testada (H_0) é a ausência de diferença entre as médias de resistência de união à microtração dos diferentes agentes clareadores em diferentes períodos de observação (tempo de espera para a restauração definitiva), ou seja, existe igualdade entre as médias.

Tabela 4 – Resultados da análise de variância a dois critérios (Anova 2) para os grupos experimentais testados, da resistência de união à microtração, medida em MPa

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Soma de Quadrados Médios	F	p-value	Significância
Grupos	3	73,47	24,49	0,12	0,9453	Não
Subgrupos	2	17,75	8,88	0,05	0,9558	Não
Interação	6	301,44	50,24	0,26	0,9563	Não

A análise de variância a dois critérios não rejeitou a hipótese de igualdade entre os Grupos (Controle e Experimentais) ($F=0,12$; $p=0,9453$), entre os Subgrupos (tempo de espera para a restauração definitiva) ($F=0,05$; $p=0,9558$) e entre a interação Grupo e Subgrupo ($F=0,26$; $p=0,9563$), ou seja, não existe diferença estatística significativa entre os Grupos (agentes clareadores), independentemente do tempo de espera; entre os Subgrupos (tempos de espera), independentemente do agente clareador; e entre as interações agentes clareadores/tempo de espera.

5.2 TIPO DE FRATURA

Todos os filetes submetidos ao teste de microtração foram analisados ao MEV e classificados quanto ao modo de falha, modificada a partir da classificação de Hashimoto et al. (2002). Os modos de fratura observados em cada grupo são apresentados na TAB. 5.

Tabela 5 – Número de espécimes fraturados de acordo com o modo de falha. Tipo A – Falha coesiva na resina composta; Tipo B – Falha coesiva no adesivo e/ou na camada híbrida; Tipo C – Falha coesiva na dentina; Tipo D – Falha mista (associação dos tipos A e B, B e C ou A,B e C)

	Modo de fratura (MEV)			
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Nº de espécimes (filetes)	26	3	–	205

As FIG. 72 a 94 mostram o tipo de fratura mais representativo dos grupos.

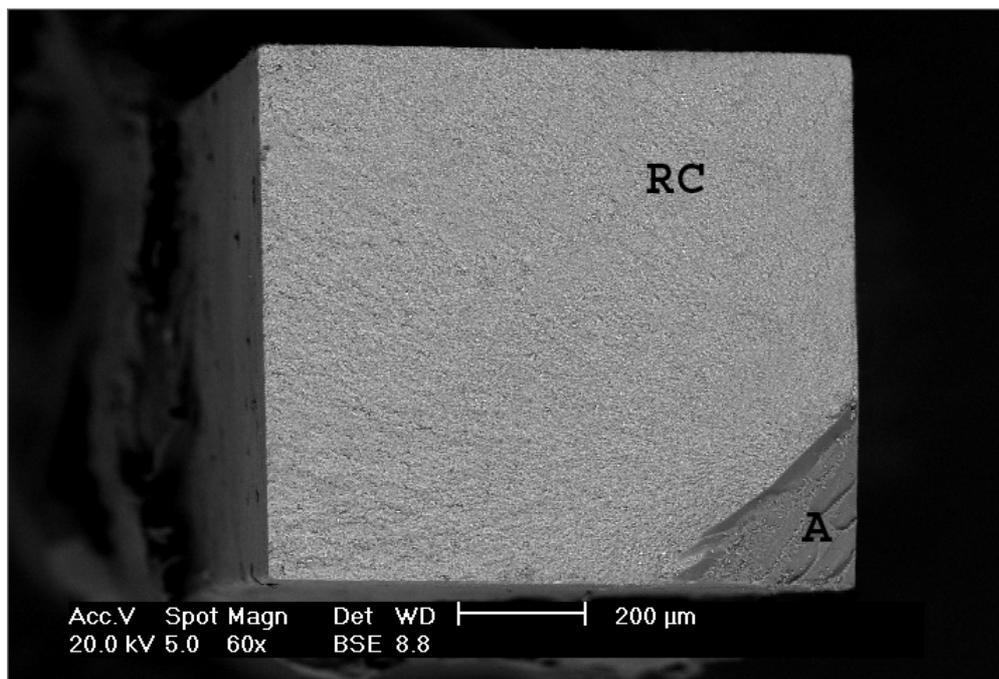


Figura 72– Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC) e fratura coesiva no adesivo (A).

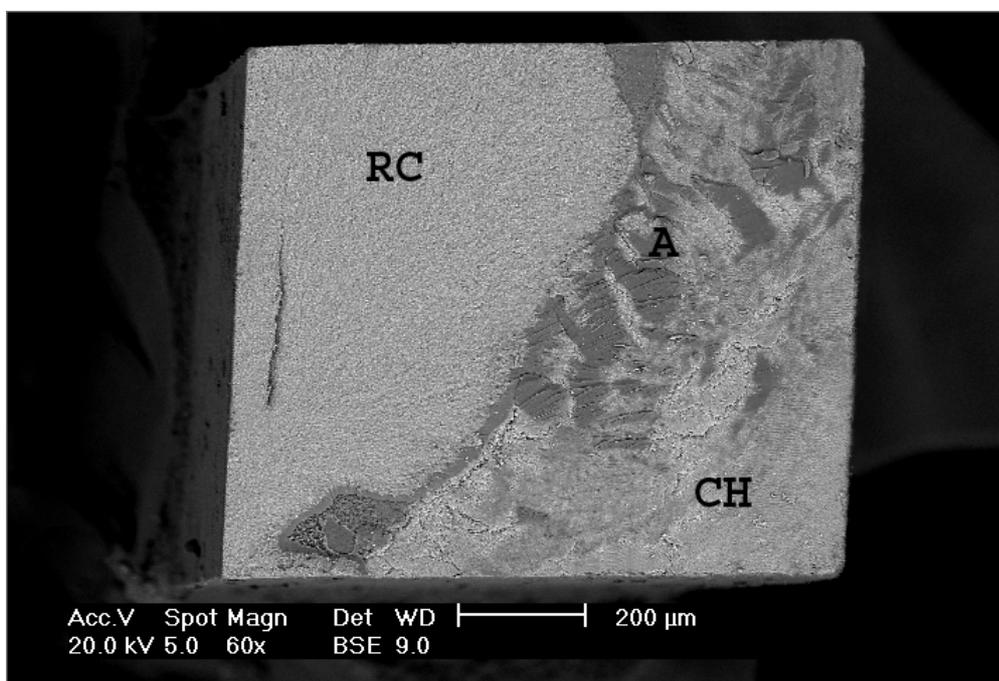


Figura 73 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC), coesiva no adesivo (A) e coesiva na camada híbrida (CH).

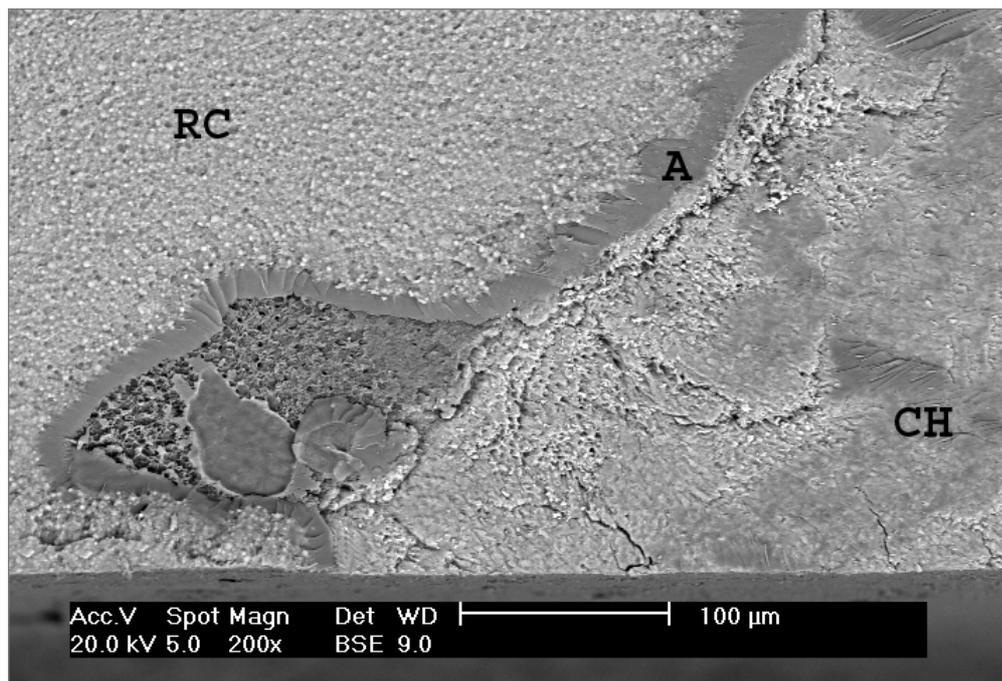


Figura 74 – Fotomicrografia em maior aumento da FIG. 72, evidenciando fratura junto à resina composta (RC), adesivo (A) e camada híbrida (CH).

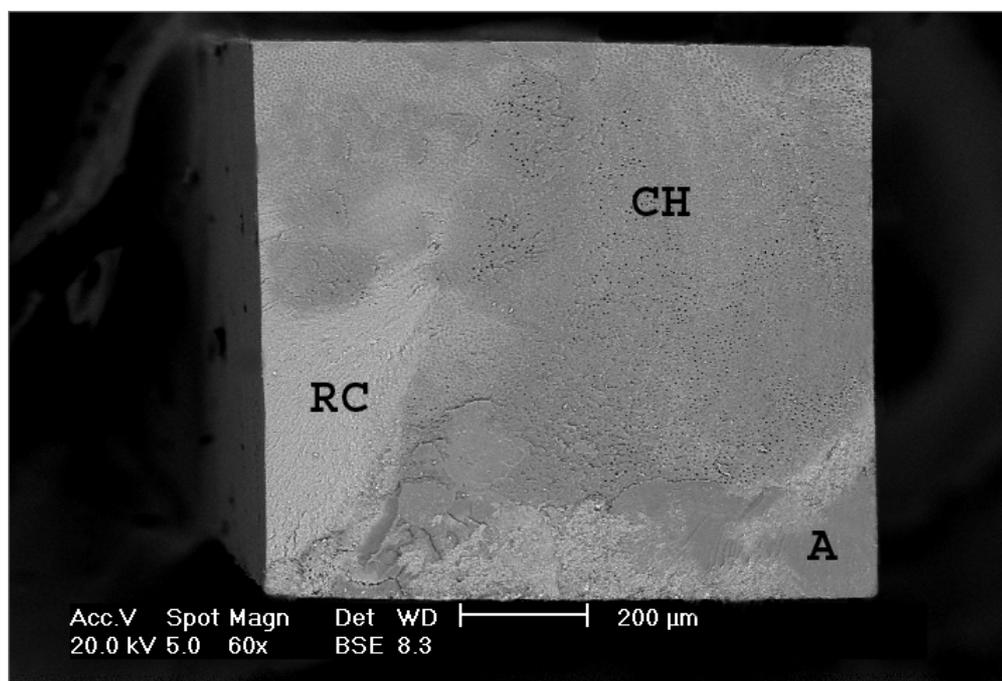


Figura 75 – Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na camada híbrida (CH), coesiva na resina composta (RC) e coesiva no adesivo (A).

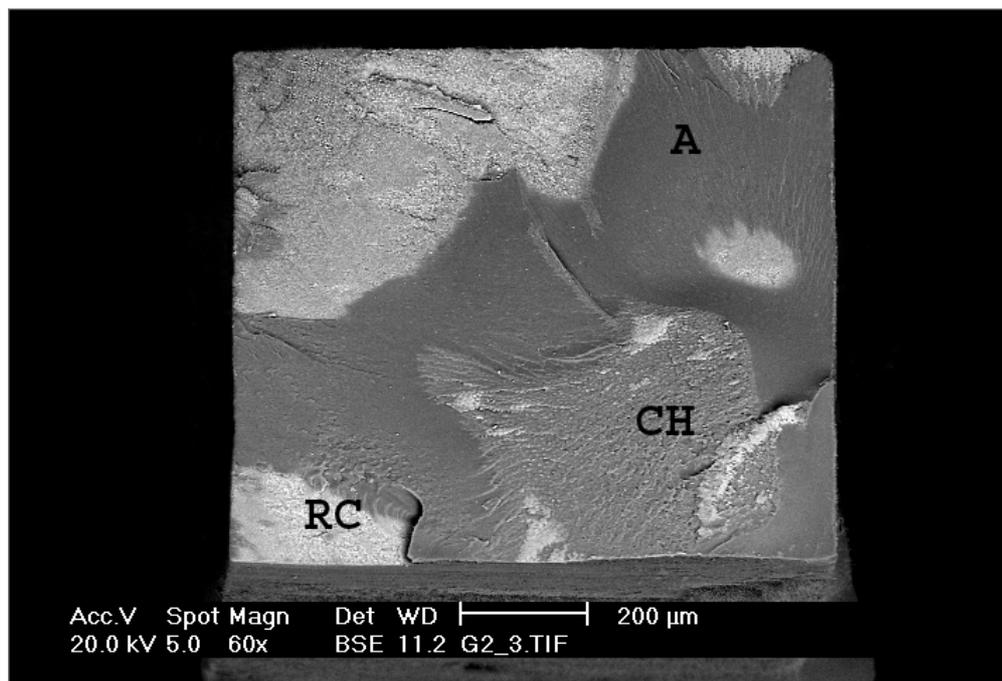


Figura 76 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva no adesivo (A), coesiva na camada híbrida (CH) e coesiva na resina composta (RC).

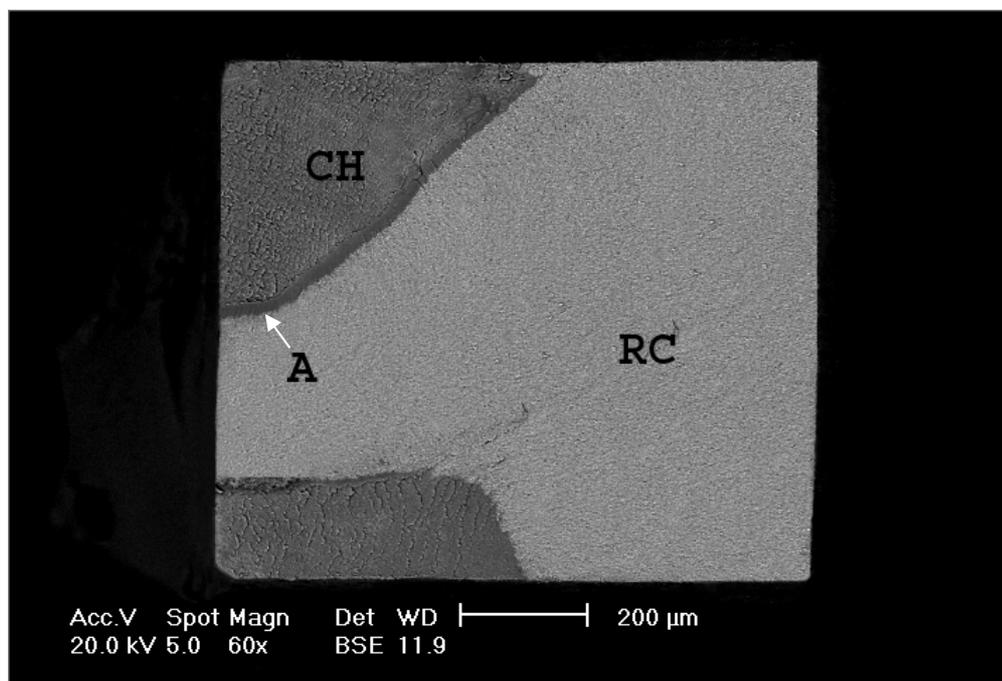


Figura 77 – Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na camada híbrida (CH), coesiva no adesivo (A) e coesiva na resina composta (RC).

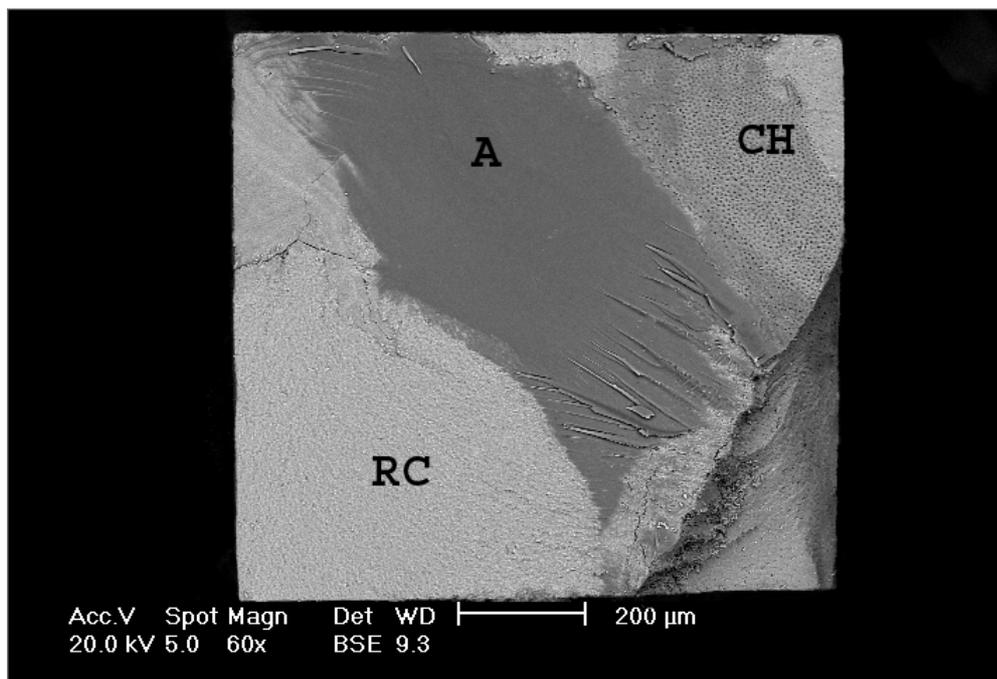


Figura 78 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na camada híbrida (CH), coesiva no adesivo (A) e coesiva na resina composta (RC).

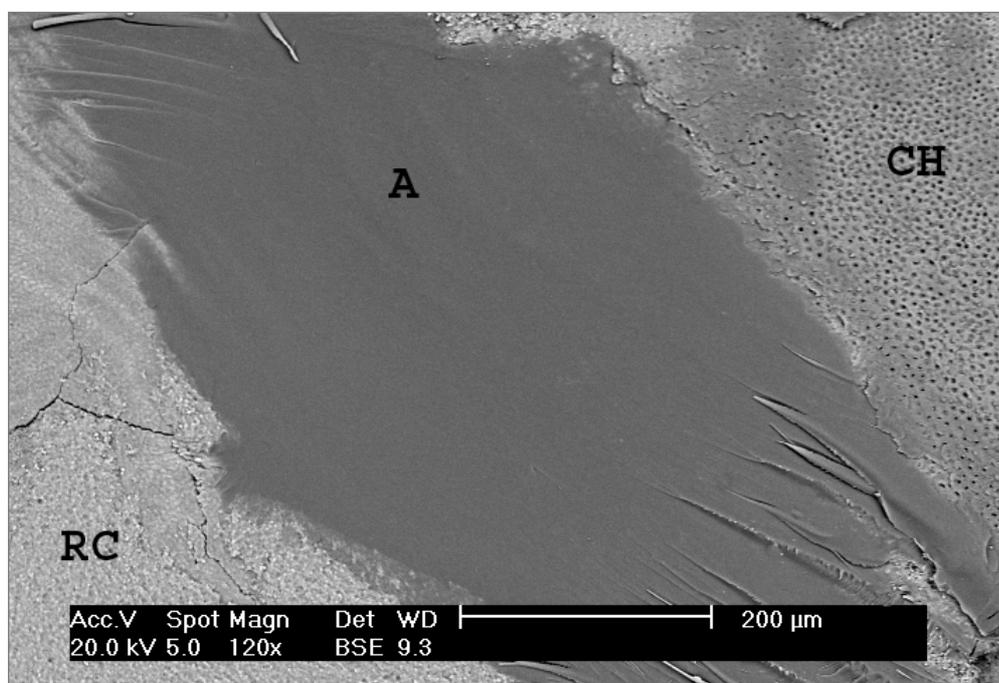


Figura 79 – Fotomicrografia em maior aumento da FIG. 78, evidenciando fratura junto à resina composta (RC), adesivo (A) e camada híbrida (CH).

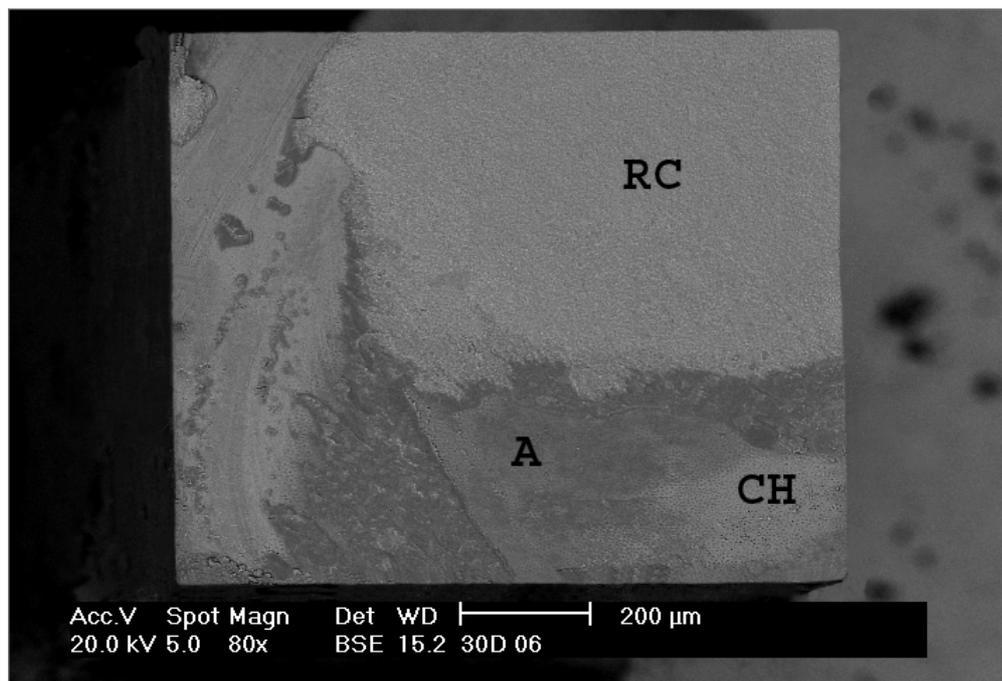


Figura 80 - Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC), coesiva no adesivo (A) e coesiva na camada híbrida (CH).

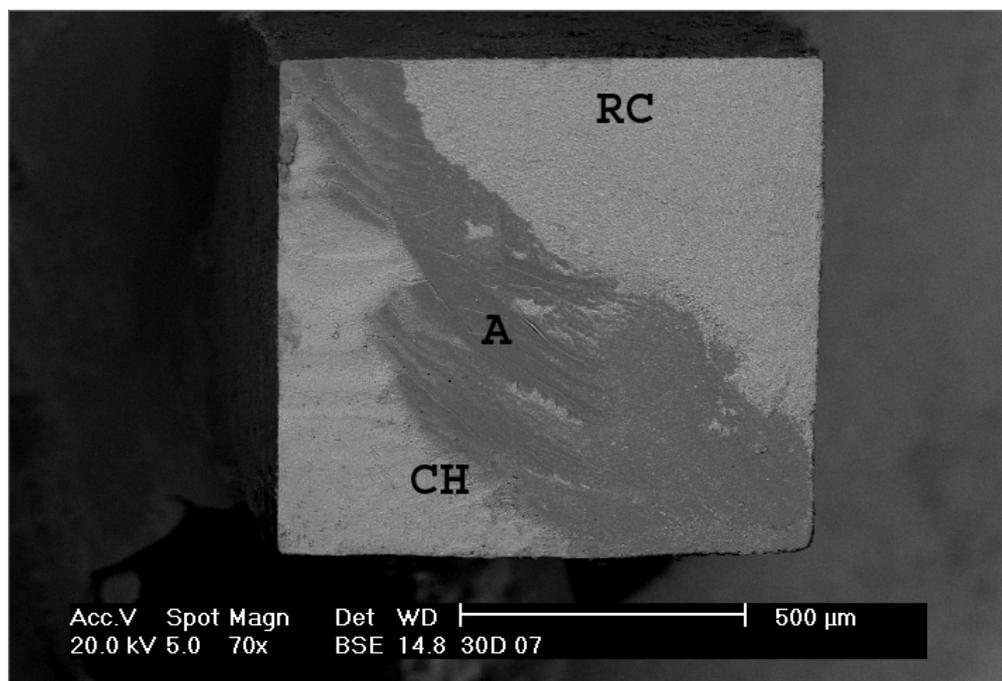


Figura 81 - Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC), coesiva no adesivo (A) e coesiva na camada híbrida (CH).

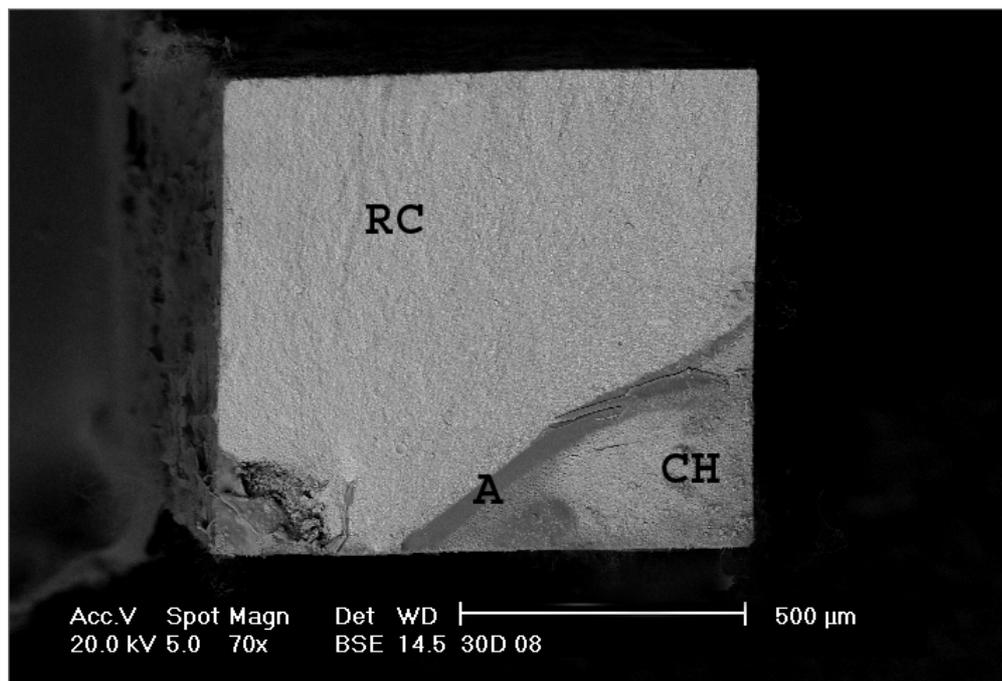


Figura 82 – Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC), coesiva no adesivo (A) e coesiva na camada híbrida (CH).

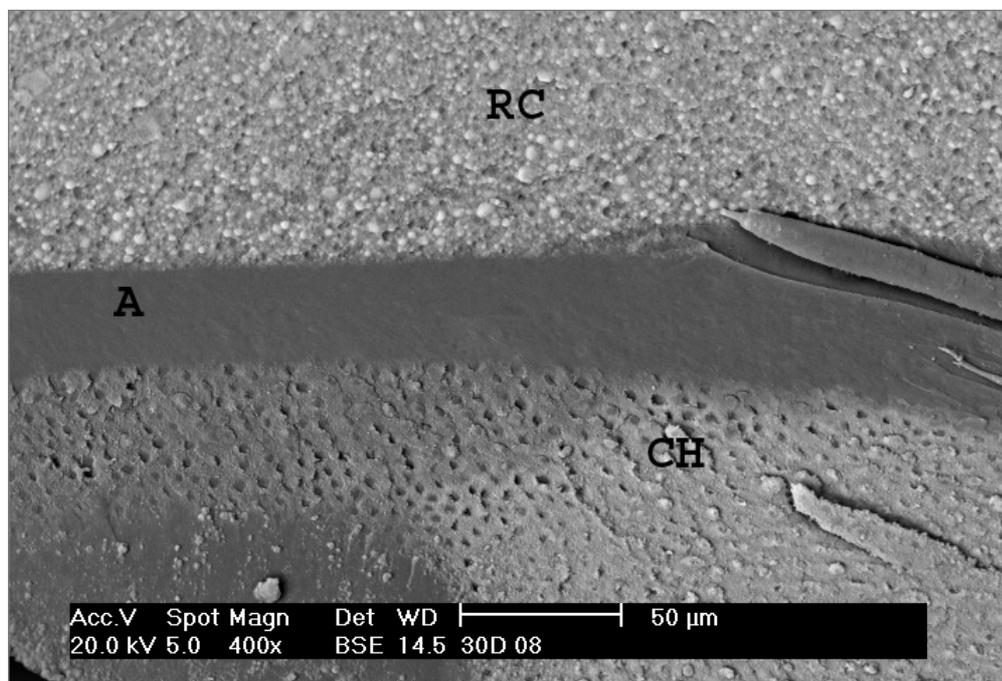


Figura 83- Fotomicrografia em maior aumento da FIG. 82, evidenciando fratura junto à resina composta (RC), adesivo (A) e camada híbrida (CH).

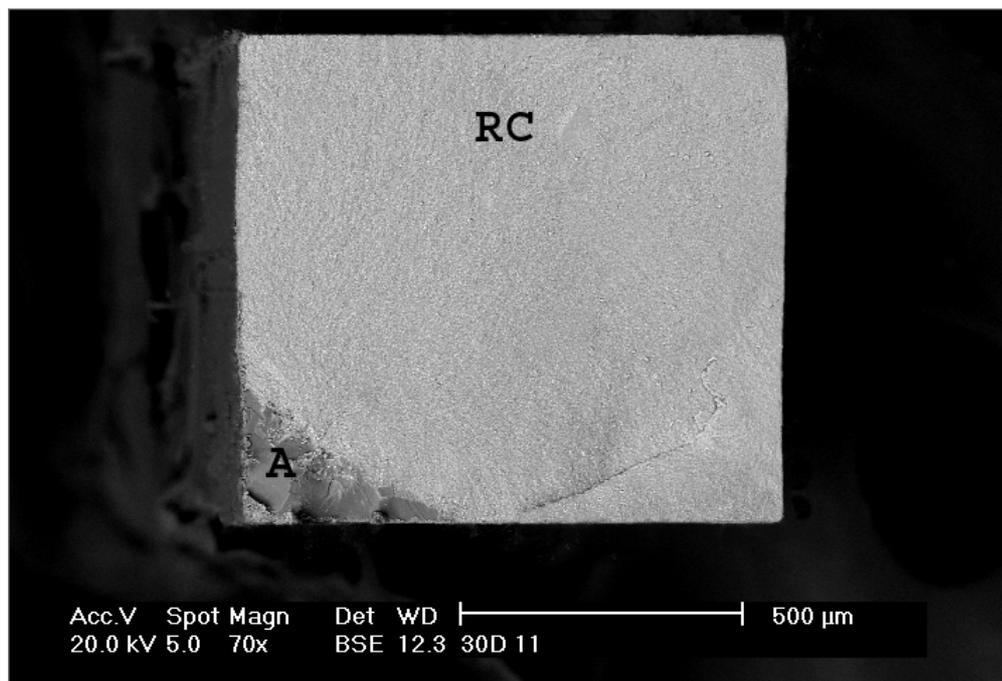


Figura 84 –Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC) e coesiva no adesivo (A).

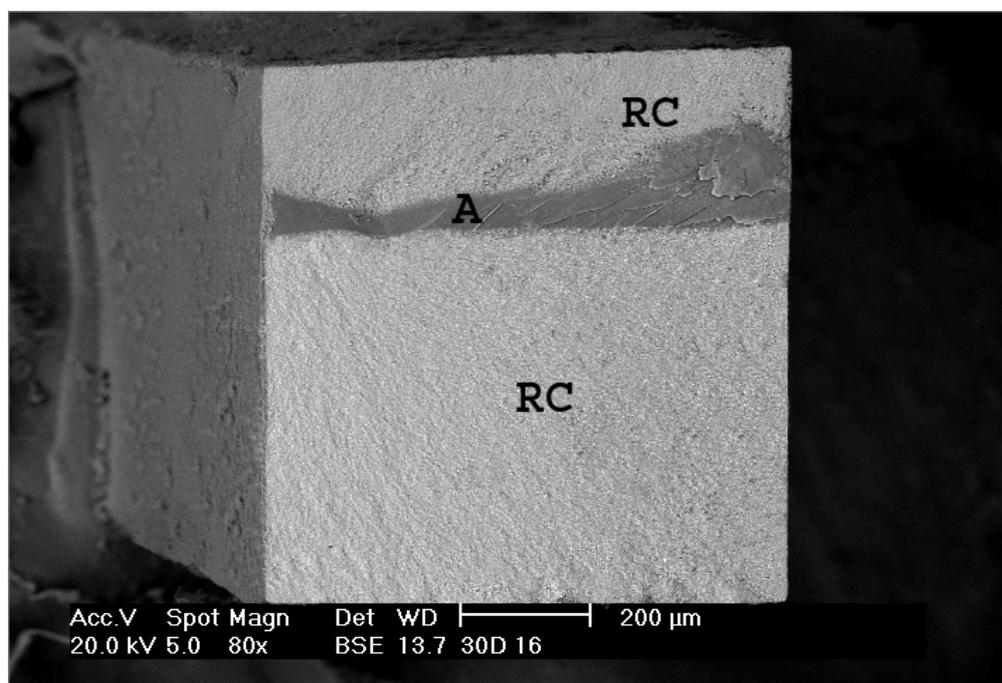


Figura 85 –Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC) e coesiva no adesivo (A).

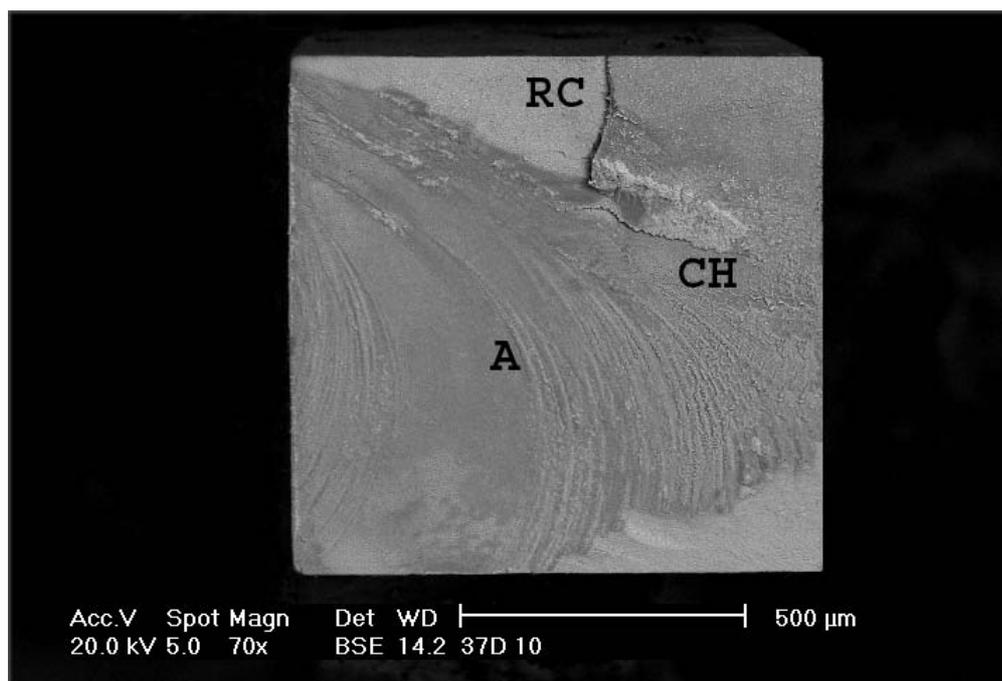


Figura 86 –Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC), coesiva na camada híbrida (CH) e coesiva no adesivo (A).

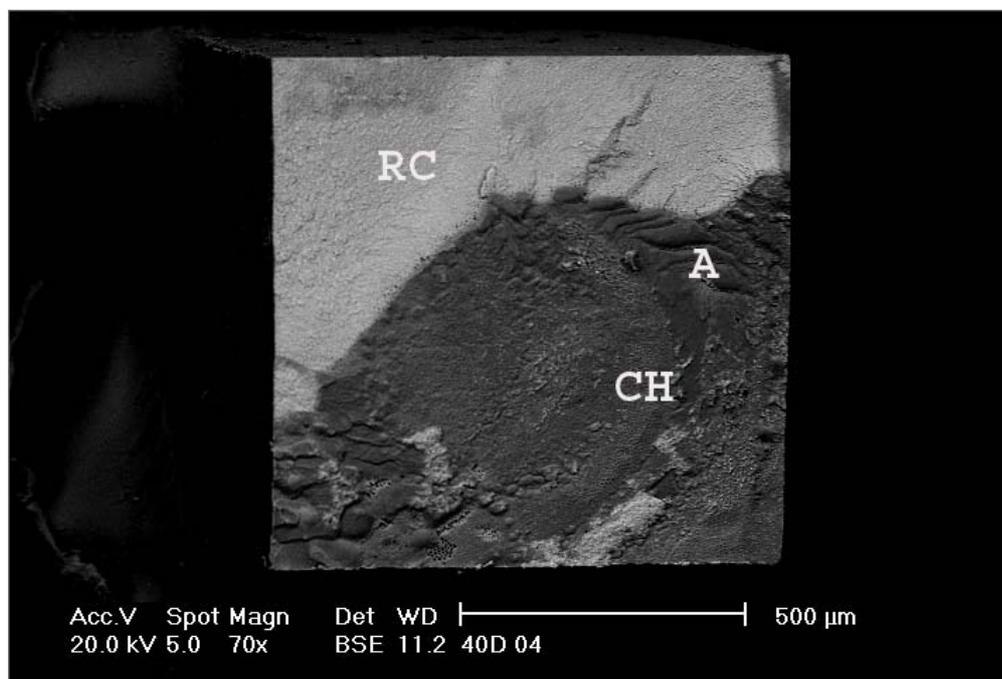


Figura 87 – Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC), coesiva no adesivo (A) e coesiva na camada híbrida (CH).

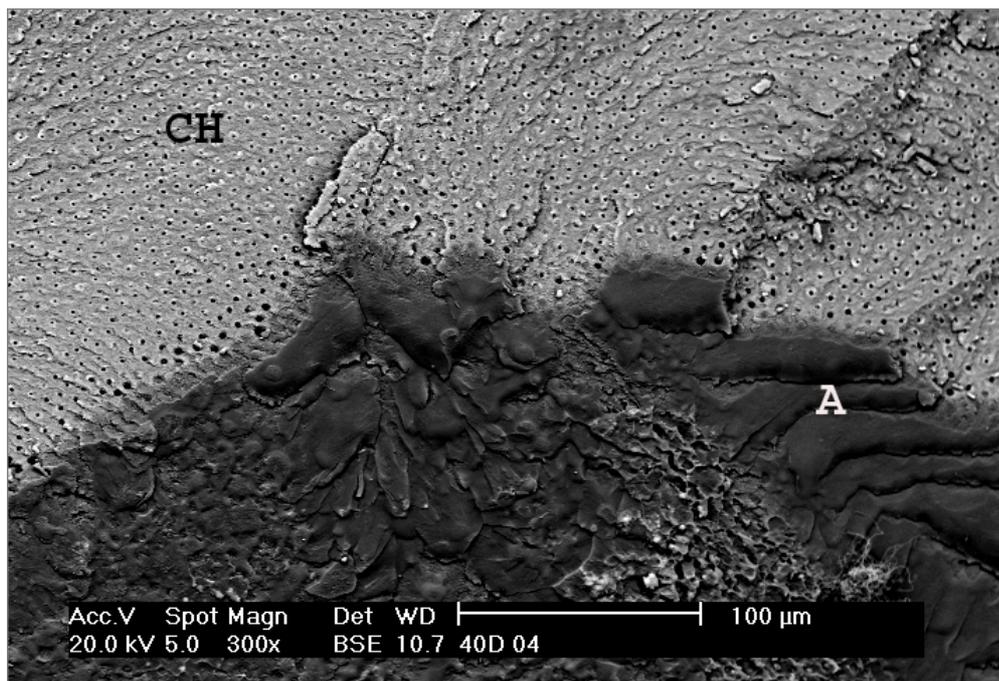


Figura 88 – Fotomicrografia em maior aumento da FIG. 87, evidenciando fratura junto à camada híbrida (CH) e adesivo (A).

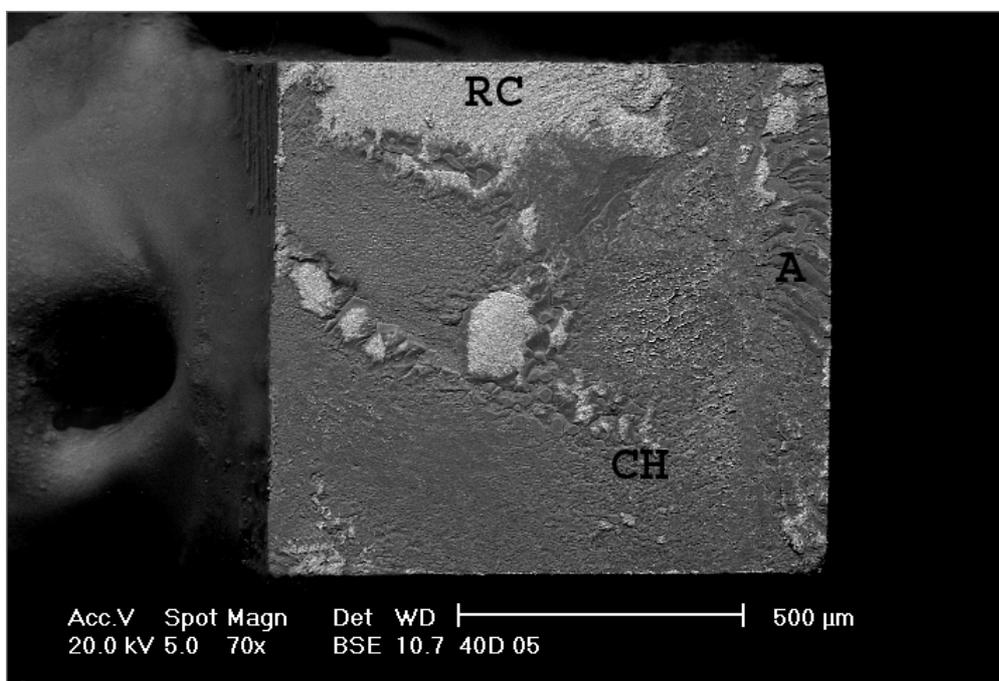


Figura 89 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC), coesiva no adesivo (A) e coesiva na camada híbrida (CH).

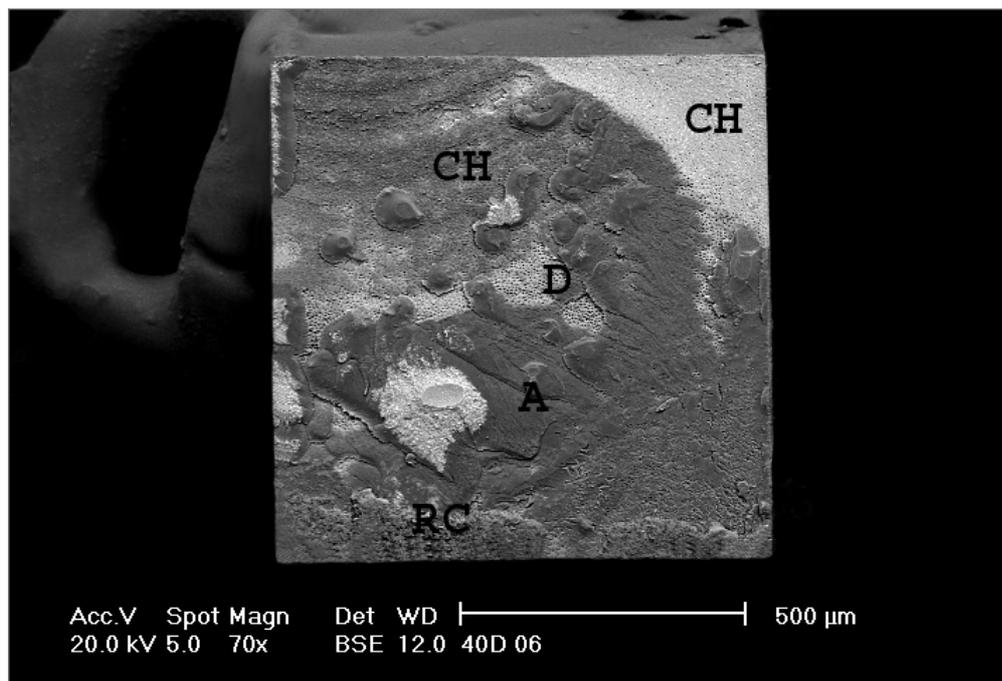


Figura 90 – Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na camada híbrida (CH), coesiva em dentina (D), coesiva no adesivo (A) e coesiva na resina composta (RC).

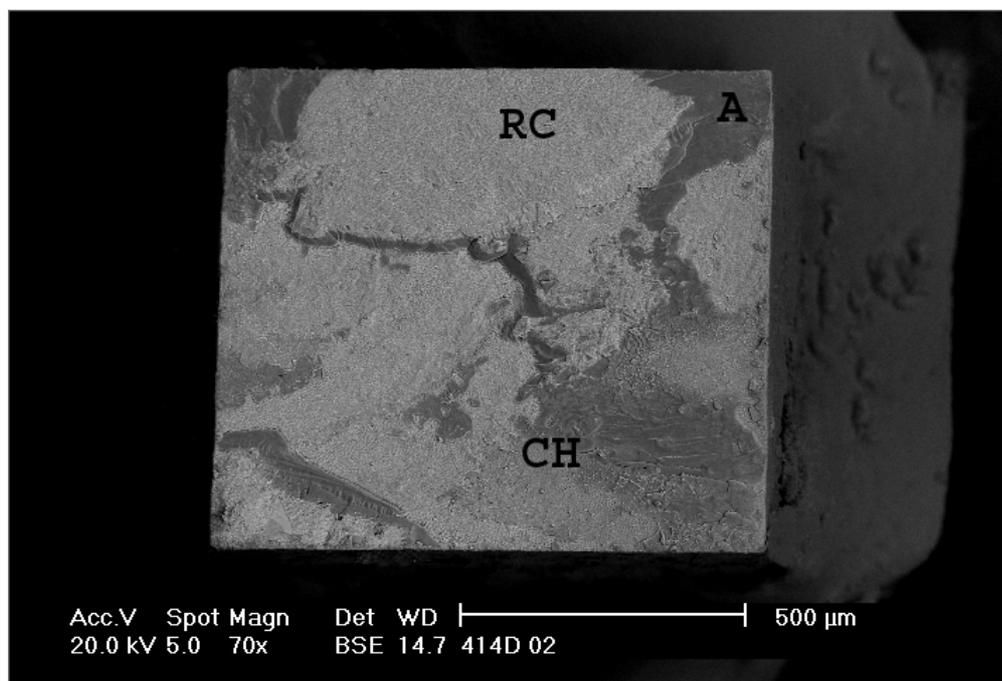


Figura 91 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC), coesiva no adesivo (A) e coesiva na camada híbrida (CH).

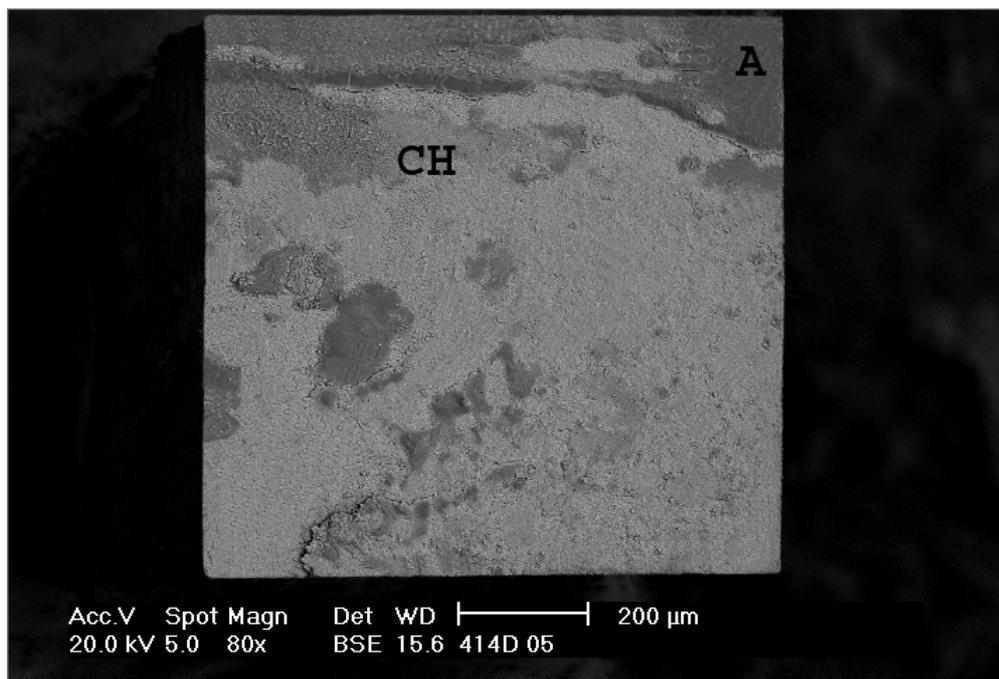


Figura 92– Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) após fratura do tipo B, incluindo fratura coesiva na camada híbrida (CH) e coesiva no adesivo (A).

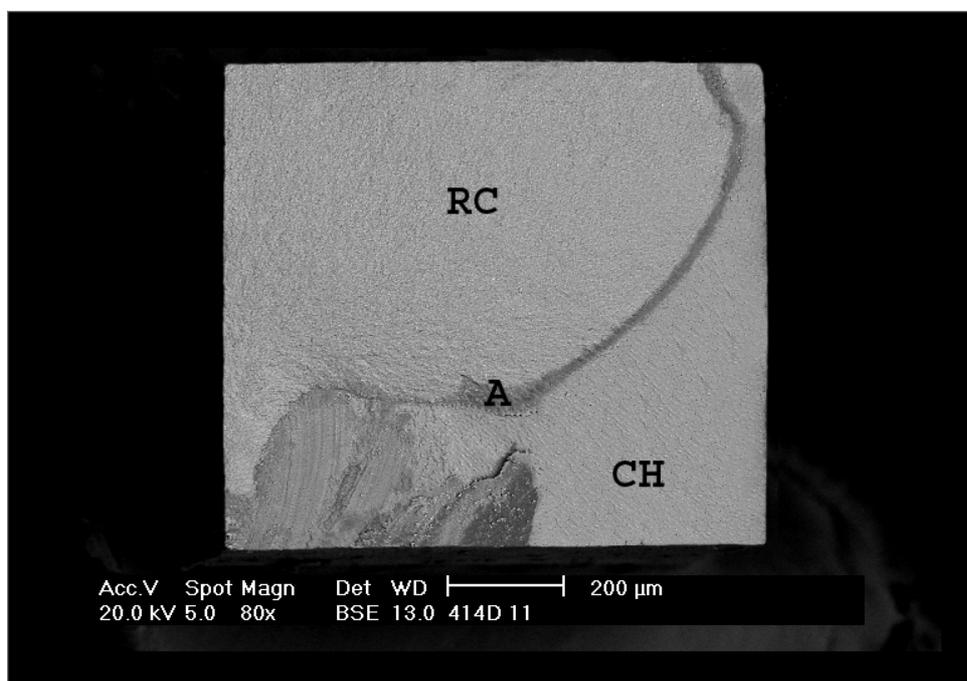


Figura 93– Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) após fratura do tipo D (mista), incluindo fratura coesiva na resina composta (RC), coesiva no adesivo (A) e coesiva na camada híbrida (CH).

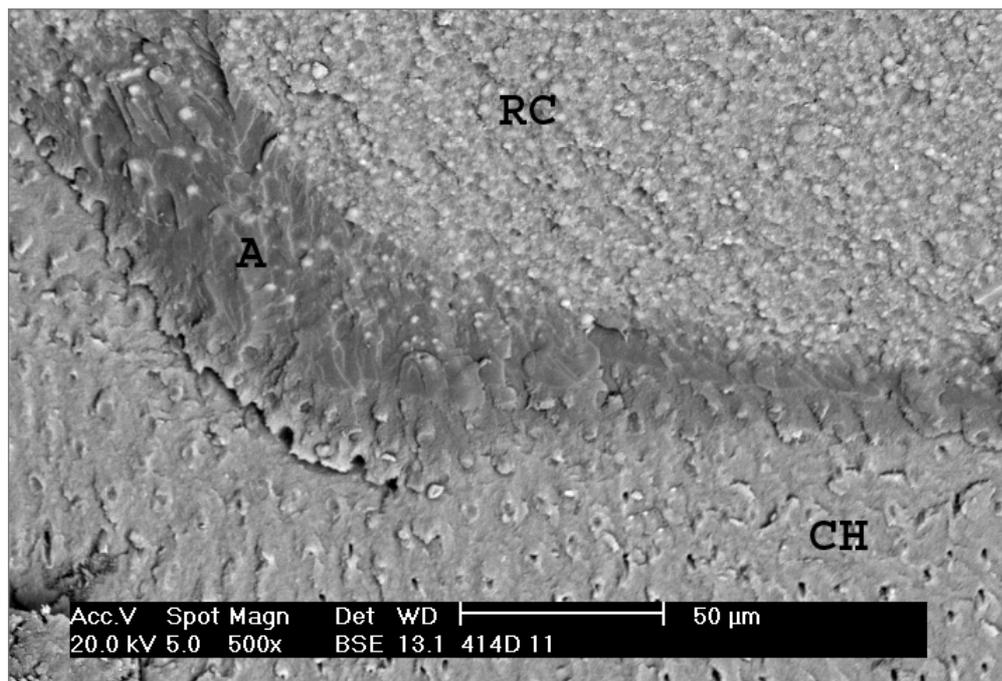


Figura 94 – Fotomicrografia em maior aumento da FIG. 93, evidenciando fratura junto à resina composta (RC), ao adesivo e a camada híbrida (CH).

6 DISCUSSÃO

Nos dias atuais, ter dentes bem alinhados e sem alteração de cor e de formato é importante na busca de um sorriso agradável e característico de um padrão estético bucal aceitável (ROTSTEIN; LEHR; GEDALIA, 1992; DEMARCO; GARONE NETTO, 1995; BARATIERI et al., 1995; BONFIM; ANAUATE NETTO; YOUSSEF, 1998; WATTANAPAYUNGKUL et al., 1999; ASSIS; ALBUQUERQUE, 1999; ERHARDT; SHINOHARA; PIMENTA, 2003; SHINOHARA et al., 2004).

O clareamento dental interno em dentes tratados endodonticamente tem sido rotineiramente utilizado na clínica odontológica e é considerado uma alternativa conservadora, por preservar a estrutura dental sadia, em relação a tratamentos restauradores mais radicais (TITLEY; TORNECK; SMITH, 1988; TOKO; HISAMITSU, 1993; WATTANAPAYUNGKUL et al., 1999; TEIXEIRA et al., 2000; TEIXEIRA et al., 2002; ARI; ÜNGÖR, 2002; ERHARDT; SHINOHARA; PIMENTA, 2003). Sua aceitação também se deve ao fato de ser esta uma técnica de fácil execução, eficaz e pouco onerosa (BONFIM; ANAUATE NETTO; YOUSSEF, 1998; ROTSTEIN; LEHR; GEDALIA, 1992; ASSIS; ALBUQUERQUE, 1999; SUNG et al., 1999; SHINOHARA; RODRIGUES; PIMENTA, 2001; CHNG; PALAMARA; MESSER, 2002; BARREIROS et al., 2002; ARI; ÜNGÖR, 2002; ERHARDT; SHINOHARA; PIMENTA, 2003).

O agente clareador mais frequentemente utilizado em dentes não vitais é a solução de peróxido de hidrogênio a 30% ou 35%. Porém, estudos têm demonstrado que o pó de perborato de sódio combinado à água destilada também é clinicamente efetivo. O perborato de sódio pode ainda ser utilizado de forma associada, ou seja, pó de perborato de sódio misturado a peróxido de hidrogênio a 30% ou 35% (STOKES et al., 1992; ROTSTEIN; LEHR; GEDALIA, 1992; TOKO; HISAMITSU, 1993; DEMARCO; GARONE NETO, 1995; ROTSTEIN et al., 1996; CHNG; PALAMARA; MESSER, 2002; BARREIROS et al., 2002; ARI; ÜNGÖR, 2002; SHINOHARA et al., 2004). Recentemente, um gel à base de peróxido de carbamida a 37% (SHINOHARA; RODRIGUES; PIMENTA, 2001; BARREIROS et al., 2002; SHINOHARA et al., 2004) e outro à base de peróxido de hidrogênio a 35% foram introduzidos no mercado para o clareamento intracoronário (BARATIERI et al., 2004).

O presente estudo *in vitro* utilizou os agentes clareadores acima citados e simulou um protocolo clínico de clareamento para dentes não vitais. Para tanto, cada um dos agentes clareadores foi inserido na forma de curativo de demora em preparos cavitários que simulavam cavidade Classe I extensa, e os preparos foram selados com resina composta (ROTSTEIN; LEHR; GEDALIA, 1992) com substituição do curativo de demora a cada 7 dias, conforme recomendam Haywood, (1992); Baratieri et al., (1993). Clinicamente, é muito comum renovar-se o curativo de demora por algumas semanas, até que um clareamento satisfatório possa ser observado (BARATIERI et al., 1993; CHNG; PALAMARA; MESSER, 2002).

Os agentes clareadores, quando em contato com a estrutura dental, se degradam em oxigênio, que, pelo seu baixo peso molecular, se difunde através da dentina e do esmalte e age sobre as estruturas orgânicas do dente, transformando as longas cadeias moleculares escuras em cadeias moleculares menores e incolores (HAYWOOD, 1992; GARCIA GODOY et al.,

1993). Essas são total ou parcialmente eliminadas da estrutura dental por um processo de difusão na forma de dióxido de carbono e água (HAYWOOD, 1992).

Quando a alteração de cor está relacionada à decomposição sangüínea intracoronal motivada por trauma ou devido à decomposição pulpar, duas das principais causas do escurecimento dental, o tratamento clareador freqüentemente torna-se efetivo em 3 ou 4 semanas (BARATIERI et al., 1993; 1995; TEIXEIRA et al., 2002). Por esse motivo, essa pesquisa avaliou dentes submetidos a 21 dias consecutivos de exposição aos agentes clareadores em teste.

Segundo Bonfim; Anauate Netto; Youssef (1998), Campos e Pimenta (2000) e Shinohara; Rodrigues; Pimenta (2001), apesar de o clareamento à base de peróxido clarear a estrutura dental, nenhuma mudança de cor é observada em restaurações indiretas, resinas compostas diretas ou quaisquer outros materiais restauradores, o que implica a substituição das restaurações após terapia clareadora bem-sucedida. Muito embora esses produtos sejam bastante eficazes no que diz respeito ao clareamento da estrutura dental, estudos demonstraram que o peróxido de hidrogênio liberado dos agentes clareadores afeta adversamente a resistência de união dos materiais restauradores ao esmalte (TITLEY et al., 1988; TORNECK et al., 1990; BARATIERI et al., 1993; GARCIA-GODOY, 1993; PERDIGÃO et al., 1998; TEIXEIRA et al., 2002; SHINOHARA et al., 2004) e à dentina (TORNECK et al., 1990; TOKO; HISAMITSU, 1993; PERDIGÃO et al., 1998; SPYRIDES et al., 2000; ELKHATIB et al., 2003; SHINOHARA et al., 2004). Foi demonstrado que o peróxido de hidrogênio a 30% pode provocar alterações na proporção entre componentes orgânicos e inorgânicos do esmalte e da dentina e produzir alterações morfológicas que podem causar prejuízos ao desempenho das restaurações adesivas (TITLEY et al., 1988; SHINOHARA; RODRIGUES; PIMENTA, 2001). A hipótese de Toko e Hisamitsu (1993) é a de que o efeito adverso do peróxido de hidrogênio poderia ser atribuído à remoção do

conteúdo orgânico não fibroso da estrutura dental. Existe a suspeita de que o peróxido de hidrogênio provoca desnaturação protéica dos componentes orgânicos da dentina e do esmalte, alterando a proporção entre material orgânico e inorgânico, com um aumento do componente inorgânico (BARKHORDAR; KEMPLER; PLESH, 1997). Rotstein et al. (1996), Zalkind et al. (1996), Tames; Grando; Tames (1998) e Perdigão et al. (1998) indicaram que a maioria dos agentes clareadores provoca alterações nos níveis de cálcio, de fósforo, de enxofre e de potássio do esmalte, da dentina e do cimento. O cálcio e o fósforo estão presentes nos cristais de hidroxiapatita, que é o principal componente estrutural dos tecidos duros dentais. Alterações na proporção entre cálcio e fósforo indicam alterações nos componentes inorgânicos da hidroxiapatita (ROTSTEIN et al., 1996).

Titley et al. (1988), Torneck et al. (1990) e Kalili et al. (1991) sugeriram que a perda da resistência de união adesiva poderia estar correlacionada ao efeito dos peróxidos residuais e do oxigênio ativo liberado pelos agentes clareadores, que inibe a polimerização dos sistemas adesivos. Outro fator a considerar é que o peróxido de hidrogênio permanece ativo na câmara pulpar ou nos túbulos dentinários, que agem como reservatórios de oxigênio por certo período após a realização do clareamento (ROTSTEIN; LEHR; GEDALIA, 1992; PERDIGÃO et al., 1998). Isso provavelmente ocorre devido a uma possível interação entre os peróxidos e componentes da dentina (TORNECK et al., 1990; ROTSTEIN; LEHR; GEDALIA, 1992), o que causa liberação de oxigênio a partir dos túbulos dentinários. No entanto, um estudo de Perdigão et al. (1998) observou redução da resistência de união, porém não detectou aumento no conteúdo de oxigênio na superfície do esmalte clareado, rejeitando-se, assim, a hipótese de que a infiltração de oxigênio dos agentes clareadores seria o fator responsável por tal fenômeno. Todavia, pouco se sabe sobre a duração do efeito adverso após a realização do tratamento clareador (SPYRIDES et al., 2000). Portanto, um período de espera para a execução dos procedimentos restauradores, após o clareamento não vital, poderia eliminar ou

amenizar os efeitos da redução da resistência de união dos materiais restauradores ao esmalte (TORNECK et al., 1990; DEMARCO; GARONE NETTO, 1995; PERDIGÃO et al., 1998; TEIXEIRA et al., 2002) e à dentina (DEMARCO et al., 1998; MIGUEL, 2004; ELKHATIB et al., 2003). O presente estudo avaliou a resistência de união da resina composta à dentina submetida ao tratamento clareador com diferentes agentes, em três diferentes momentos: imediatamente, 7 dias e 14 dias após o término do tratamento clareador.

Demarco et al. (1998) observaram, sob teste de tração convencional, menor resistência de união à dentina restaurada imediatamente após o clareamento executado com peróxido de hidrogênio a 30%. Justificaram essa menor resistência de união, em relação ao grupo controle não clareado, pela presença de oxigênio ativo na solução de peróxido de hidrogênio a 30%. De maneira semelhante, porém sob teste de cisalhamento, Teixeira et al. (2002) observaram redução da resistência de união após clareamento com perborato de sódio associado ao peróxido de hidrogênio a 30%, porém não para o perborato de sódio e o peróxido de carbamida a 37%, que foram semelhantes ao grupo controle não clareado.

De acordo com Van Noort et al. (1989), Perinka; Sano; Hosoda (1992) e Marshall Jr. (1993), os valores da resistência de união de resina composta à dentina submetida aos testes de tração convencional ou de cisalhamento sempre apresentam grande discrepância de resultados. Essas variações podem ser atribuídas às propriedades mecânicas dos materiais adesivos, às características heterogêneas da dentina, bem como às diferenças no preparo dos espécimes. Ainda, tais variações ocorreriam pela falta de padronização nas metodologias de ambos os testes (CARVALHO et al., 1994), e pela não-uniformidade na distribuição de tensões nos substratos e na interface adesiva (SANO et al., 1994a; SANO et al., 1994b; PASHLEY et al., 1995; AL SALEHI; BURKE, 1997; PASHLEY et al., 1999).

Segundo Pashley et al. (1999), os métodos de tração convencional ou de cisalhamento eram mais relevantes quando as resistências de união à dentina eram relativamente baixas, isto é, de cerca de 10MPa a 15MPa. Contudo, à medida que as técnicas e os materiais restauradores adesivos eram aperfeiçoados e as resistências de união tornavam-se suficientemente altas, ocorriam muitas falhas coesivas em dentina, e as interfaces resina/dentina permaneciam intactas.

Quando foram obtidos valores de resistência de união de resina composta à dentina na ordem de 25MPa, a frequência do aparecimento de falhas coesivas em dentina atingiu 80% (PASHLEY et al., 1995). Infelizmente, tais falhas de substrato impedem a medição das resistências de união na interface, o que dificulta a análise de novas formulações de sistemas adesivos em desenvolvimento (SANO et al., 1994b; PASHLEY et al., 1995; 1999).

A ocorrência de falhas coesivas em dentina não significa que a resistência de união adesiva seja mais forte do que a resistência coesiva do substrato dentinário. Significa, isto sim, que o modo pelo qual a falha ocorre deve-se à concentração de tensões numa região bastante localizada, como, por exemplo, num defeito estrutural do substrato (SANO et al., 1994a; SANO et al., 1994b). Frequentemente, essas concentrações de tensão excedem 100MPa, mesmo quando a resistência de união não ultrapassa os 25MPa (VAN NOORT et al., 1989).

Para reduzir a concentração de tensões durante os testes de resistência de união, espécimes de menor área (de 0,25mm² a 1,0mm²) podem ser úteis, pois há menor probabilidade de incorporarem defeitos (GRIFFITH, 1921). Isso pode ser conseguido pelo teste de microtração (SANO et al., 1994a; SANO et al., 1994b; CARVALHO et al., 1994; PASHLEY et al., 1995; AL SALEHI; BURKE, 1997; SCREINER et al., 1998; ARMSTRONG; BOYER; KELLER, 1998; PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998;

CARDOSO; BRAGA; CARRILHO, 1998; PASHLEY et al., 1999; KIJSAMANMITH et al., 2002). Conseqüentemente, maiores podem ser os valores obtidos em relação aos métodos convencionais (VAN NOORT et al., 1989; SANO et al., 1994b; PASHLEY et al., 1995; CARDOSO; BRAGA; CARRILHO, 1998; PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998; TAKAHASHI et al., 2002).

Apesar de o método de microtração requerer manipulação extremamente cuidadosa dos espécimes (CARDOSO et al., 2001), outras vantagens do método incluem: a) a obtenção de vários espécimes a partir de um único dente; b) a conseqüente possibilidade de se mapearem diferentes áreas com diferentes características estruturais e morfológicas, como, por exemplo, dentina normal e esclerótica, dentina superficial e profunda; e c) a facilidade de exame das falhas pela microscopia eletrônica de varredura (PASHLEY et al., 1995).

Sano et al. (1994a), Carvalho et al. (1994), Phrukkanon; Burrow; Tyas (1998) e Cardoso et al. (2001) demonstraram, utilizando o método de microtração, que a resistência de união adesiva à dentina depende da área de superfície aderida e que existe uma relação inversa entre elas. Segundo Pashley et al. (1995), quando a área aderida for de aproximadamente 1mm^2 , um maior número de falhas adesivas ocorrerá em comparação aos métodos convencionais, os quais, conforme Tanumiharja; Burrow; Tyas (2000), utilizam amostras com 7mm^2 a 12mm^2 .

No presente estudo, 260 corpos-de-prova (filetes) com área de secção transversa de $0,81\text{mm}^2$ foram obtidos e submetidos à fratura em uma máquina de ensaios universal (Instron, modelo 4444, Instron Corp., Canton, MA, EUA). Todos os filetes fraturados foram avaliados sob microscopia eletrônica de varredura, tendo apenas 26 filetes (10%) apresentado falha coesiva em resina composta (tipo A). Nenhuma falha coesiva em nível de dentina (tipo C) foi constatada. Os filetes com falha coesiva em resina composta ou com escoamento de cola

(adesivo de cianoacrilato) para a zona de interface (n=8) (3,07%) ou, ainda, com esmalte remanescente em sua superfície (n=18) (6,92%) foram eliminados do experimento por não permitirem a real mensuração da resistência de união da resina à dentina (APÊNDICES B, C, D). Portanto, ocorreram 208 falhas adesivas, sendo 3 falhas coesivas no adesivo ou na camada híbrida (tipo B) e 205 falhas adesivas mistas (tipo D), ou seja, que envolveram simultaneamente dois ou mais substratos (resina composta, camada híbrida ou adesivo) (TAB. 1,2 e 5).

Com relação ao formato da interface adesiva dos espécimes (filetes) a serem submetidos ao teste de microtração, Phrukkanon; Burrow; Tyas (1998) demonstraram que, para uma mesma área de superfície aderida, a resistência de união dependia do sistema adesivo empregado, e não do formato da área de secção transversa dos espécimes, isto é, cilíndrico ou retangular, para espécimes não reduzidos na interface (com formato de ampulheta). Em nosso experimento, a resina composta foi aderida à dentina de todos os espécimes com o mesmo sistema adesivo (Single Bond, 3M ESPE), que apresentaram o mesmo formato da área de secção transversa: quadrangular. Portanto, quaisquer variações seriam decorrentes dos efeitos advindos da interação entre os agentes clareadores e as superfícies dentinárias das cavidades preparadas e posteriormente restauradas com resina composta (Filtek Supreme, 3M ESPE), além de fatores de confusão, ou variáveis desconhecidas, alheias ao conhecimento do operador.

Em nosso estudo, o grupo controle (não clareado) obteve um valor médio de 35,98MPa (TAB. 2). Entretanto, Cardoso et al. (2001), em uma investigação *in vitro* da resistência de união adesiva à dentina coronal de três diferentes sistemas adesivos de frasco único, todos à base de acetona, sob teste de microtração, obtiveram valores que variaram de 54,3MPa a 62,0MPa, os quais foram mais altos do que os relatados em nossa pesquisa. Entretanto, naquele estudo, a área de secção transversa dos filetes submetidos ao teste foi de

0,25mm² contra 0,81mm² utilizados em nosso estudo. Em um outro estudo *in vitro* também de dentina não clareada e submetida ao teste de microtração, porém com primers autocondicionantes à base de etanol e água, Takahashi et al. (2002) obtiveram valores que variaram de 42,67MPa a 52,34MPa, com área de secção transversal de 0,7mm². Esses resultados confirmam a Teoria de Griffith (1921) que postulou que a resistência à tração de um determinado material depende do tamanho do espécime, ou seja, espécimes de menor tamanho, freqüentemente, contêm menos defeitos estruturais do que espécimes de maior tamanho.

Spyrides et al. (2000) realizaram um estudo sobre resistência de união de resina composta à dentina clareada com peróxido de hidrogênio a 35% ou peróxido de carbamida a 35%, ambos aplicados por 30min, ou peróxido de carbamida a 10% aplicado por 6h, e restaurada imediatamente ou uma semana após o clareamento. Em seu estudo, a redução da resistência de união de resina composta à dentina, causada pelo peróxido de hidrogênio a 35% e pelo peróxido de carbamida a 35%, aplicados por 30min, praticamente deixou de existir após 1 semana. O grupo clareado com peróxido de carbamida a 10% por 6h, restaurado após uma semana, apresentou resistência de união média idêntica à do grupo restaurado imediatamente. O curto período de aplicação para os dois primeiros agentes clareadores (30min) pode ter sido insuficiente para o acúmulo de oxigênio no interior da dentina. Por outro lado, o maior tempo de aplicação (6h) do gel de peróxido de carbamida a 10%, apesar da menor concentração, pode ter acumulado maior quantidade de oxigênio e, conseqüentemente, reduzido de forma mais duradoura a resistência de união da resina composta à dentina clareada. O grupo controle (não clareado), armazenado por 1 semana previamente à realização do teste, apresentou redução significativa da resistência de união da resina composta à dentina de até 53%. Portanto, a redução da resistência de união à dentina pode ter sido causada pela interação do meio de armazenamento dos espécimes. Em nosso

estudo, não houve diferença estatística significativa entre o grupo controle (não clareado) e os grupos experimentais clareados, com qualquer um dos agentes clareadores utilizados, em qualquer um dos momentos testados após o término do tratamento clareador com um sistema adesivo monocomponente à base de álcool e água (TAB. 3 e 4).

Uma possível justificativa para os resultados de nossa pesquisa pode ter fundamento nos achados de Kalili et al. (1991) e Sung et al. (1999). Estes autores demonstraram que os sistemas adesivos à base de álcool são capazes de minimizar os efeitos inibitórios do tratamento clareador sobre o esmalte devido à interação do álcool com o oxigênio residual. De maneira semelhante, Barghi e Godwin (1994) postularam que a utilização de um sistema adesivo à base de acetona pode reverter os efeitos do clareamento sobre a resistência de união adesiva ao esmalte, sem que haja necessidade de qualquer postergação do tratamento restaurador ou tratamento adicional, como, por exemplo, a asperização de sua superfície. Segundo Spyrides et al. (2000), esse comportamento de perseguição à água e ao oxigênio da acetona e do etanol pode ser exacerbado em dentina devido à sua umidade intrínseca. O sistema adesivo dentinário utilizado nesta pesquisa foi o Single Bond, que contém etanol e água em sua composição, o que pode ter revertido qualquer perda da resistência de união adesiva causada pela interação dos agentes clareadores com a dentina, independentemente do agente clareador utilizado e do momento restaurador.

Os nossos resultados também estão de acordo com os achados do estudo *in situ* de Schubert (2002), que avaliou, sob teste de microtração, a resistência de união adesiva imediata ao esmalte clareado com peróxido de carbamida a 10% (3h/dia) durante 21 dias consecutivos. Os valores obtidos para a resistência de união no grupo controle (sem clareamento) foram discretamente inferiores aos obtidos após o clareamento (26,37MPa \pm 5,75MPa e 26,50MPa \pm 7,67MPa, respectivamente). Não houve diferença estatística significativa da resistência de união entre o esmalte humano clareado e a resina composta

(Z250, 3M ESPE) com uso de um adesivo monocomponente à base de etanol e água (Single Bond, 3M ESPE). Vale também ressaltar que a área de secção transversa dos filetes analisados por Schubert (2002) (1mm^2) foi semelhante à dos filetes de nossa pesquisa ($0,81\text{mm}^2$) e que os procedimentos adesivos foram realizados 24h após o término do último período de aplicação do gel clareador.

Um estudo similar ao de Schubert (2002), porém realizado em dentina por Miguel et al. (2004), demonstrou que o mesmo sistema adesivo foi incapaz de reverter os prejuízos causados pela ação do peróxido de carbamida a 10%. É importante destacar que no estudo de Miguel et al. (2004) os procedimentos adesivos foram realizados 2h após o término do tratamento clareador.

Shinohara et al. (2004) demonstraram que os dois sistemas adesivos utilizados em sua pesquisa, à base de água/álcool e à base de acetona, foram incapazes de reverter os efeitos do clareamento sobre a resistência de união adesiva. Todavia, em que pese Torneck et al. (1990), Rotstein; Lerh; Gedalia (1992) e Perdigão et al. (1998) terem afirmado que os túbulos dentinários estão predispostos ao acúmulo de oxigênio em seu interior, Shinohara et al. (2004) defenderam a hipótese de que a característica porosa da dentina exerce função exatamente contrária, ou seja, possibilita maior difusão do oxigênio em relação ao esmalte, fazendo com que o oxigênio não interfira na polimerização dos compósitos e, conseqüentemente, na resistência de união. Em nosso estudo, a ausência de diferença significativa entre dentina clareada e não clareada pode ser devida a esse fato.

Outro fator a considerar é que o peróxido de hidrogênio é extremamente instável. Por conseguinte, o peróxido de hidrogênio deixado no interior da cavidade e em contato com a superfície dentinária, na forma de curativo de demora, perde a sua efetividade com o tempo (DEMARCO et al., 1998). No estudo presente, os agentes clareadores utilizados para clarear

os dentes dos Grupos Experimentais E2, E3 e E4 agiram sobre a estrutura dental durante 21 dias consecutivos e foram renovados a cada 7 dias. Segundo Matis et al. (1999), para que o clareamento ocorra, um mínimo de agente clareador precisa estar ativo e disponível. Contudo, em seu estudo, foi demonstrado que o gel de peróxido de carbamida a 10% degrada-se de uma maneira exponencial após a primeira hora. A porcentagem de peróxido de carbamida diminuiu à medida que os intervalos aumentaram, isto é, 87% aos 15s; 64% após 1h; 52% após 2h; 35% após 4h; 24% após 6h; e 10% após 10h. Portanto, apesar de a difusão do peróxido de hidrogênio ser dependente do tempo de aplicação e da concentração dos agentes clareadores utilizados (SPYRIDES et al., 2000) e apesar de que, em nosso experimento, todos os agentes clareadores tenham apresentado maior concentração e agido por mais tempo que o peróxido de carbamida a 10% utilizado por Matis et al. (1999), após o sétimo dia da última troca do curativo de demora, portanto após 168h de uso, esse intervalo de tempo pode ter contribuído para a perda da efetividade dos agentes clareadores e também possibilitado que os remanescentes de oxigênio tenham se difundido pela estrutura dental, evitando que prejuízos ocorressem durante a polimerização do sistema adesivo empregado.

Um estudo realizado por Oliveira (2004) utilizando o método da titulação iodométrica modificada por iodeto de azida, que mede a presença de oxigênio que migra do dente para a solução, concluiu que os dentes clareados com peróxido de carbamida a 15%, quando comparados aos não clareados, liberam quantidades significativamente maiores de oxigênio. Todavia, essa liberação ocorre apenas durante as primeiras 24h após o término do tratamento clareador.

Deve-se enfatizar que, em função das diferentes metodologias de teste adotadas para análise da resistência de união à dentina clareada, e as variáveis envolvidas durante os métodos de clareamento, tais como as diferentes concentrações dos agentes clareadores, o tempo de ação de cada produto sobre os tecidos dentais e o tempo de espera após o término do

tratamento clareador para a execução da restauração adesiva podem influenciar o desempenho e a longevidade das restaurações. Ainda, a comparação de nossos resultados com os de outras pesquisas, com métodos de testes e variáveis tão diversos, só seria viável mediante a aplicação de métodos estatísticos adequados. Estudos adicionais, seguindo uma metodologia semelhante à do presente estudo, também são necessários para determinar a resistência de união em outras condições experimentais.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia utilizada e os resultados obtidos, conclui-se que a restauração definitiva pode ser executada imediatamente após a realização do tratamento clareador não vital pela técnica mediata.

REFERÊNCIAS²

ALBERS, H. F. Lightening natural teeth. **ADEPT Report**, v. 2, p. 1-24, 1991.

Al-SALEHI, S. K.; BURKE, F. J. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 28, n. 11, p. 717-723, Nov. 1997.

ARI, H.; ÜNGÖR, M. In vitro comparison of different types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discoloured teeth. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 35, n. 5, p.433-436, May 2002.

ARMSTRONG, S. R.; BOYER, D. B.; KELLER, J. C. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Oxford, v.14, n.1, p.44-50, Jan. 1998.

ASSIS, B. R. P.; ALBUQUERQUE, R. C. Clareamento de dentes despolpados pela técnica Walking Bleach. **Rev. CROMG**, Belo Horizonte, v.5, n.1, p.31-37, jan./abr. 1999.

BARATIERI, L. N. et al. **Caderno de dentística: clareamento dental**. São Paulo: Santos, 2004.

_____. Clareamento de dentes não vitais (tratados endodonticamente). In: _____. **Clareamento dental**. São Paulo:Santos, 1993. p.89-136.

_____. Nonvital tooth bleaching: guidelines for the clinician. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 26, n. 9, p.597-608, Sept. 1995.

BARGHI, N.; GODWIN, J. M. Reducing the adverse effect of bleaching on composite-enamel bond. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v. 6, n. 4, p.157-161, 1994.

BARKHORDAR, R. A.; KEMPLER, D.; PLESH, O. Effect of nonvital tooth bleaching on microleakage of resin composite restorations. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 28, n. 5, p.341-344, May 1997.

² Baseado na NBR 6023: 2002 da ABNT.

- BARREIROS, I. D. et al. Tratamento clareador com peróxido de carbamida whitening super endo (FGM) a 37% em dentes não vitais – uma técnica. **JBD: J. Bras. Dent. Estét.**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 140-145, abr. /jun. 2002.
- BEDRAN-DE-CASTRO, A. K.; PEREIRA, P. N.; THOMPSON, J. Y. Influence of load cycling and tubule orientation on ultimate tensile strength of dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 6, n. 3, p.191-194, Autumn 2004.
- BELLI, S. et al. Regional bond strengths of adhesive resins to pulp chamber dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v. 27, n. 8, p. 527-530, Aug. 2001.
- BERGER, C. R. Clareamento de dentes despolpados com alteração de cor. In: _____. **Endodontia**. Rio de Janeiro: EPUC, 1989. p. 255-260.
- BOKSMAN, L.; JORDAN, R. E.; SKINNER, D. H. Non-vital bleaching: internal and external. **Aust. Dent. J.**, Sydney, v. 28, n. 3, p. 149-152, June 1983.
- BONFIM, M. D. C.; ANAUATE NETTO, C.; YOUSSEF, M. N. Efeitos deletérios dos agentes clareadores em dentes vitais e não vitais. **JBC: J. Bras. Odontol. Clín.**, Curitiba, v. 2, n. 9, p. 25-32, maio/jun. 1998.
- CAMPOS, I.; PIMENTA, L. A. F. Substituição de restaurações após o clareamento dental caseiro. **Rev. ABO Nac.**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 273-277, abr./maio 2000.
- CARDOSO, P. E.; BRAGA, R. R.; CARRILHO, M. R. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. **Dent. Mater.**, Oxford, v. 14, n. 6, p. 394-398, Nov. 1998.
- CARDOSO, P. E. C. et al. Microleakage of Class V resin-based composite restorations using five simplified adhesive systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 12, n. 6, p. 291-294, Dec. 1999.
- _____. Microtensile bond strengths of one-bottle dentin adhesives. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.14, n.1, p. 22-24, Feb. 2001.
- CARVALHO, M. R. et al. Determinação da resistência adesiva à dentina através de um dispositivo de micro-tração. **Rev. FOB**, Bauru, v. 2, n. 3, p.77-82, jul. /set. 1994.
- CHEN, K. K. et al. Fracture aspects of resin-dentin bonding in non-trimming microtensile test. **Dent. Mater. J.**, Tokyo, v. 20, n. 4, p. 315-324, Dec. 2001.
- CHNG, H. K.; PALAMARA, J. E. A.; MESSER, H. H. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on biomechanical properties of human dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v. 28, n. 2, p.62-67, Feb. 2002.

CHOI, K. K. et al. Effects of cavity configuration on composite restoration. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 29, n. 4, p.462-469, July/Ago. 2004.

CVER, M.; LINDVALL, A. M. External root resorption following bleaching of pulpless teeth with oxygen peroxide. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 1, n. 2, p. 56-60, Apr. 1985.

DE DEUS, Q. D. Clareamento de dentes com alteração de cor. In: _____. **Endodontia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1992. p. 627-640.

DEMARCO, F. F. et al. Influence of bleaching on dentin bond strength. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 11, n. 2, p. 78-82, Apr. 1998.

DEMARCO, F. F.; GARONE NETTO, N. Efeitos adversos do clareamento em dentes endodonticamente tratados. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 9, n. 1, p.51-58, jan./mar. 1995.

ELKHATIB, H. et al. Surface pH and bond strength of a self-etching primer/adhesive system to intracoronal dentin after application of hydrogen peroxide bleach with sodium perborate. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 28, n. 5, p. 591-597, Sept./Oct. 2003.

ERHARDT, M. C. G.; SHINOHARA, M. S.; PIMENTA, L. A. Clareamento dental interno. **RGO**, Porto Alegre, v. 51, n. 1, p. 23-29, jan./mar. 2003.

FALLEIROS JR, H. B.; AUN, C. E. Clareamento dental - clareamento de dentes despolpados. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 217-221, jul./ago. 1990.

FEILZER, A. J.; DE GEE, A. J.; DAVIDSON, C. L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 66, n.11, p.1636-1639, Nov.1987.

FEINMAM, R. A.; MADRAY, G.; YARBOROUGH, D. Chemical, optical and physiologic mechanisms of bleaching products: a review. **Pract. Periodontics Aesthet. Dent.**, New York, v. 3, n. 2, p. 32-36, Mar. 1991.

FRANCISCHONE, C. E. et al. Clinical study of dental bleaching: follow up 3 to 16 years. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 69, n. 4, p. 929, Apr. 1990.

_____. Resistência à fratura de dentes despolpados tratados com agentes clareadores. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 4, p. 2-5, jul./ago. 1986.

GARCIA-GODOY, F. et al. Composite resin bond strength after enamel bleaching. **Oper. Dent.**, Seattle, v.18, n. 4, p. 144-147, July/Aug.1993.

GRIFFITH, A. A. The phenomena of rupture and flow in solids. **Philos. Trans. R. Soc. Lond. A**, London, v. 221, p. 63-98, 1921.

GROSSMAN, L. I. **Endodontia prática**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983.

HASHIMOTO, M. et al. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. **J Dent**. v. 30, n. 2-3, p. 99-105, Feb.-Mar. 2002.

HAYWOOD, V.B. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. **Quintessence Int**. v. 23, n. 7, p. 471-488, Jul. 1992.

HELLER, D.; SKRIBER, J.; LIN, L. M. Effect of intracoronal bleaching on external cervical root resorption. **J. Endod.**, Baltimore, v. 18, n. 4, p. 145-148, Apr. 1992.

HEWLETT, E. R. Resin adhesion to enamel and dentin: a review. **J. Calif. Dent. Assoc.**, Sacramento, v. 31, n. 6, p. 469-476, June 2003.

KALILI, T. et al. In vitro toothbrush abrasion and bond strength of bleached enamel. **Pract. Periodontics Aesthet. Dent.**, New York, v.3, n.5, p.22-24, Aug. 1991.

KIJSAMANMITH, K. et al. Micro-tensile bond strengths of bonding agents to pulpal floor dentine. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 35, n. 10, p. 833-839, Oct. 2002.

KINLOCH, A. J. **Adhesion and adhesives: science and technology**. London: Chapman and Hall, 1987.

KINOMOTO, Y. et al. Comparison of polymerization contraction stresses between self-and light-curing composites. **J. Dent.**, Kidlington, v. 27, n. 5, p. 383-389, July 1999.

MANNOCCI, F. et al. Microtensile bond strength and confocal microscopy of dental adhesives bonded to root canal dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 14, n. 4, p. 200-204, Aug. 2001.

MARSHALL JR, G. W. Dentin: microstructure and characterization. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 24, n. 9, p. 606-616, Sept. 1993.

MATIS. B. A. et al. In vivo degradation of bleaching gel used in whitening teeth. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.130, n.2, p.227-235, Feb. 1999.

MIGUEL, L. C. et al. In situ effect of 10% carbamide peroxide on resin-dentin bond strengths: a novel pilot study. **J Esthet Restor Dent.**, v.16, n.4, p. 235-242, 2004.

MIYAZAKI, M. et al. Enamel and dentin bond strengths of single application bonding systems. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.14, n. 6, p. 361-366, Dec. 2001.

NAKABAYASHI, N. ; PASHLEY, D. H. **Hibridização dos tecidos duros dentais**. São Paulo: Quintessence, 2000.

NAKAJIMA, M. et al. Comparative microtensile bond strength and SEM analysis of bonding to wet and dry dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.13, n. 6, p. 324-328, Dec. 2000.

NUNES, F. M.; SWIFT, E. J.; PERDIGÃO, J. Effects of demineralization depth on microtensile bond strength to human dentin. **J. Adhes. Dent.** , New Malden, v. 3, n. 2, p.137-143, Summer 2001.

_____. Effects of adhesive composition on microtensile bond strength to human dentin. **Am. J. Dent.** , San Antonio, v. 14, n. 6, p. 340-343, Dec. 2001.

OLIVEIRA, M. T. de. **Liberação de oxigênio em dentes bovinos clareados com peróxido de carbamida e sua repercussão na resistência de união ao cisalhamento e microinfiltração em restaurações adesivas.** 2004. 100f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ÖZOK, A. R.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. Comparison of the in vitro permeability of human dentine according to the dentinal region and the dentinal region and the composition of the simulated dentinal fluid. **J. Dent.**, Kidlington, v. 30, n. 2/3, p. 107-111, Feb./Mar. 2002.

PASHLEY, D. H. et al. The effects of dentin permeability on restorative dentistry. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 46, n. 2 , p. 211-245, Apr. 2002.

_____. The microtensile bond test: a review. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v.1, n. 4, p. 299-309, 1999.

_____. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dent. Mater.**, Kidlington, v. 11, n. 2, p. 117-125, Mar. 1995.

PERDIGÃO, J. Dentin bonding as a function of dentin structure. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 46, n. 2, p. 277-301, Apr. 2002.

PERDIGÃO, J. et al. Effect of calcium removal on dentin bond strengths. **Quintessence Int.** , New Malden, v. 32, n. 2, p.142-146, Feb. 2001.

_____. In vivo influence of residual moisture on microtensile bond strengths of one-bottle adhesives. **J. Esthet. Restor. Dent.** , Hamilton, v. 14, n. 1, p.31-38, 2002.

_____. New trends in dentin/enamel adhesion. **Am. J. Dent.** , San Antonio, v. 13, p. 25D-30D, Nov. 2000.

_____. Ultra morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide bleached enamel. **Am. J. Dent.**, San Antônio, v.11, n. 6, p. 291-301, Dec. 1998.

PERDIGÃO, J.; LOPES, M. Dentin bonding – questions for the new millennium. **J. Adhes. Dent.** , New Malden, v. 1, n. 3, p. 191-209, Autumn 1999.

_____. Dentin bonding – state of the art 1999. **Compend. Contin. Educ. Dent.**, Jamesburg, v. 20, n. 12, p. 1151-1162, Dec. 1999.

PERINKA, L.; SANO, H.; HOSODA, H. Dentin thickness, hardness, and Ca-concentration vs bond strength of dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Kidlington, v. 8, n. 4, p. 229-233, July 1992.

PESUN, I. J.; MADDEN, R. A review of the current status of vital bleaching. **Northwest Dent.**, St Paul, v. 78, n. 2, p. 25-33, Mar./Apr.1999.

PHRUKKANON, S.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.14, n. 3, p. 212-221, June 1998.

REIS, A.; BAUER, J. R. O.; LOUGUERCIO, A. D. Influence of crosshead speed on resin-dentin microtensile bond strength. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v.6, n.4, p.275-278, Winter 2004.

ROTSTEIN, I. et al. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. **J. Endod.**, Baltimore, v. 22, n. 1, p. 23-26, Jan. 1996.

ROTSTEIN, I.; LEHR, Z.; GEDALIA, I. Effect of bleaching agents on inorganic components of human dentin and cementum. **J. Endod.**, Baltimore, v. 18, n. 6, p. 290-293, June 1992.

SANO, H. et al. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 20, n. 1, p. 18-25, Jan./Feb. 1995.

SANO, H. et al. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, 73, n. 6, p. 1205-1211, June 1994a.

_____. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength- evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent. Mater.**, Kidlington, v. 10,n. 4, p. 236-240, July 1994b.

SCHUBERT, E. W. **Influência do clareamento dental, com gel de peróxido de carbamida a 10%, na adesão ao esmalte humano, de um adesivo monocomponente com solvente à base de etanol – avaliação, in situ.** 2002. 84f. Dissertação (Mestrado em Odontologia)– Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina; UNIVILLE, Joinville, 2002.

SCREINER, R. F. et al. Microtensile testing of dentin adhesives. **Dent. Mater.**, Kidlington, v. 14, n. 3, p.194-201, June 1998.

SHINOHARA, M. S. et al. The effect of nonvital bleaching on the shear bond strength of composite resin using three adhesive systems. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 6, n. 3, p. 205-209, Autumn 2004.

- SHINOHARA, M. S.; RODRIGUES, J. A.; PIMENTA, L. A. F. In vitro microleakage of composite restorations after nonvital bleaching. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 32, n. 5, p. 413-417, May 2001.
- SPYRIDES, G. M. et al. Effect of whitening agents on dentin bonding. **J. Esthet. Dent.**, Hamilton, v. 12, n. 5, p. 264-270, 2000.
- STOKES, A. N. et al. Effect of peroxide bleaches on resin-enamel bonds. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 23, n.11, p.769-771, Nov. 1992.
- SUNG, E. C. et al. Effect of carbamide peroxide bleaching on the shear strength of composite to dental bonding agent enhanced enamel. **J. Prosthet Dent.**, St. Louis, v. 82, n. 5, p. 595-599, Nov. 1999.
- SWIFT JR, E. J. Restorative considerations with vital tooth bleaching. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.128, p.60S-64S,1997. Suppl.
- SWIFT JR, E. J. ; BAYNE, S. C. Shear bond of a new one-bottle dentin adhesive. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 10, n. 4, p. 184-188, Aug. 1997.
- TAKAHASHI, A. et al. Effects of mechanical properties of adhesive resins on bond strength to dentin. **Dent. Mater.**, Kidlington, v. 18, n. 3, p. 263-268, May 2002.
- TAMES, D.; GRANDO, L. J.; TAMES, D. R. Alterações do esmalte dental submetido ao tratamento com peróxido de carbamida 10%. **Rev. APCD**, São Paulo, v.52, n.2, p.146-149, fev. 1998.
- TANUMIHARJA, M.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.16, n. 3, p. 180-187, May 2000.
- TEIXEIRA, E. C. et al. Effect of non-vital tooth bleaching on microleakage of coronal access restorations. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 30, n.11, p. 1123-1127, Nov. 2003.
- _____. Effect of nonvital tooth bleaching on resin/enamel shear bond strenght. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 4. n. 4. p. 317-322, Winter 2002.
- TEIXEIRA, F. B. et al. Clareamento dental interno com pasta de perborato de sódio e água destilada. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v. 54, n. 4, p. 315-318, jul./ago. 2000.
- TITLEY, K. C. et al. Adhesion of resin composite to bleached and unbleached human enamel. **J. Endod.**, Baltimore, v. 19, n. 3, p. 112-115, Mar. 1993.
- _____. Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 67, n. 12, p. 1523-1528, Dec. 1988.

TITLEY, K. C.; TOMECK, C. D.; SMITH, D. The effect of concentrated hydrogen peroxide solutions on the surface morphology of human tooth enamel. **J. Endod.**, Baltimore, v.14, n. 2, p. 69-74, Feb. 1988.

TOKO, T.; HISAMITSU, H. Shear bond strength of composite resin to unbleached and bleached human dentine. **Asian J. Aesthet. Dent.**, Singapore, v. 1, n. 1, 33-36, Jan. 1993.

TORNECK, C. D. et al. The influence of time of hydrogen peroxide exposure on the adhesion of composite resin to bleached bovine enamel. **J. Endod.**, Baltimore, v. 16, n. 3, p.123-128, Mar. 1990.

TRONSTAD, L. et al. PH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hidroxiide. **J. Endod.**, Baltimore, v. 7, n. 1, p. 17-21, Jan. 1980.

VAN DER BURGT, T. P.; PLASSCHAERT, A. J. M. Bleaching of tooth discoloration caused by endodontic sealers. **J. Endod.**, Baltimore, v. 12, n. 6, p. 231-234, June 1986.

VAN MEERBEEK, B.V. et al. Morphological characterization of the interface between resin and esclerotic dentine. **J. Dent.**, Kidlington, v. 22, n. 3, p.141-146, June 1993.

VAN NOORT, R. V. et al. A critique of bond strength measurements. **J. Dent.**, Kidlington, v.17, n. 2, p. 61-67, Apr. 1989.

WATTANAPAYUNGKUL, P. et al. A clinican study of the effect of pellicle on the degradation of 10% carbamide peroxide within the first hour. **Quintessence Int.**, Berlin, v. 30, n. 11, p. 737-741, Nov. 1999.

YOSHIKAWA T. et al. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strenght. **J. Dent. Res.**, Washington, v. 78, n. 4, p. 898-905, Apr.1999.

ZALKIND, M. et al. Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 12, n. 2, p. 82-88, Apr.1996.

ANEXOS

ANEXO A



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA - DOUTORADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO - DENTÍSTICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
DOUTORADO EM DENTÍSTICA

Nome do (a) participante: _____

ANEXO B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

As informações contidas neste documento foram fornecidos pelo Prof. Gilberto Müller Arcari, sob orientação do Prof. Dr. Élito Araújo e do Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri, com o objetivo de firmar acordo por escrito, mediante o qual o voluntário da pesquisa autoriza sua participação, com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com capacidade de livre-arbítrio e sem qualquer coação.

1 Título do Trabalho: “Avaliação da resistência de união adesiva da dentina sob teste de microtração após tratamento clareador interno”

2 Objetivos

Avaliar as possíveis alterações no que se refere à resistência de união adesiva da dentina provocadas pelo clareamento interno não vital de produtos à base de peróxido de hidrogênio, perborato de sódio e peróxido de carbamida utilizados pela técnica do clareamento mediato e sob um regime de tratamento de 21 dias consecutivos, com diferentes tempos de espera para a realização do tratamento restaurador.

3 Justificativa

Várias pessoas apresentam alteração de cor intrínseca (interna) em um ou mais dentes, seja da arcada superior ou da inferior. A cor de alguns é bastante desfiguradora, o que causa grande prejuízo estético. Essa forma de pigmentação não pode ser tratada por procedimentos profiláticos (limpeza dental). Tal procedimento estaria indicado apenas para as pigmentações extrínsecas (externas) advindas de corantes artificiais como o cigarro, produtos à base de cola, chocolates, etc. O tratamento clareador intrínseco com uma pasta espessa obtida pela mistura de peróxido de hidrogênio a 35% e pó de perborato de sódio, com um gel à base peróxido de carbamida a 37%, ou com um gel à base de peróxido de hidrogênio a 35%, é um procedimento simples (à base de água oxigenada) e rápido (21 dias) de ser realizado. A partir dos resultados obtidos sobre os vários corpos-de-prova (filetes de dentina e resina composta), será possível determinar a ação desses produtos sobre a resistência de união adesiva da dentina na interface de união dentina/resina composta.

4 Procedimentos da pesquisa

Esta pesquisa será desenvolvida com a colaboração de voluntários que cederão seus primeiros ou segundos pré-molares superiores com indicação de extração. Após a exodontia, todos os dentes serão limpos, armazenados e submetidos ao tratamento clareador interno durante 21 dias consecutivos (tempo necessário para que ocorra, adequadamente, o clareamento) e restaurados com um material estético (resina composta). A seguir, obter-se-ão corpos-de-prova (filetes compostos de dentina e resina composta) que serão submetidos ao teste de microtração objetivando avaliar a resistência de união adesiva entre a estrutura dental (dentina) e o material restaurador (resina composta).

5 Desconforto ou risco

Os voluntários não serão submetidos a qualquer tipo de desconforto ou risco, exceto aqueles pertinentes ao trauma da extração e execução dos pontos cirúrgicos. Vale ressaltar que esta pesquisa laboratorial será realizada em dentes cuja extração estará indicada e cada paciente (voluntário) terá o acompanhamento do pesquisador em seu processo de cicatrização pelo período de 45 dias após a realização do procedimento cirúrgico.

6 Benefícios do estudo

- Realizar a(s) extração(ões) indicada(s) sem nenhum custo para os sujeitos/participantes da pesquisa.
- Conhecer as modificações que os agentes clareadores, com tempos diferentes de espera para a realização das restaurações definitivas, podem promover na linha de união entre a dentina e o material restaurador, e, desta maneira, determinar o agente que traz os maiores benefícios.

7 Informações

Os voluntários terão a garantia de que receberão respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa.

Os pesquisadores assumem o compromisso de fornecer informações atualizadas durante o estudo.

Os resultados obtidos nesta pesquisa serão utilizados somente para fins de publicação em periódicos e textos científicos.

8 Aspecto legal

Este manual foi elaborado de acordo com as diretrizes e normas que regulamentam as pesquisas envolvendo seres humanos, atendendo às resoluções 196/96 e 251/97 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde – Brasília – DF.

9 Garantia do sigilo

A participação do paciente neste estudo é confidencial e nenhum nome será divulgado em qualquer tipo de publicação. Os pacientes, quando for o caso, serão indicados apenas pelas iniciais do nome e do sobrenome.

10 Telefones dos pesquisadores para contato

Os pesquisadores encontrar-se-ão à disposição para esclarecer ou oferecer mais informações sobre a pesquisa por meio dos seguintes telefones:

Doutorando Gilberto Müller Arcari	(0xx48) 222-4929
Prof. Dr. Élito Araújo	(0xx48) 223-3398
Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri	(0xx48) 228-7688

11 Retirada do consentimento

O voluntário tem total liberdade de retirar o presente consentimento a qualquer momento e de deixar de participar da pesquisa, bastando entrar em contato com os pesquisadores.

12 Consentimento pós-informação

Eu, _____,
(pais ou responsáveis)

certifico que, tendo lido as informações acima e estando suficientemente esclarecido(a) de todos os itens propostos pelo Doutorando em Odontologia Gilberto Müller Arcari, pelo Prof. Dr. Élito Araújo e pelo Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri, estou plenamente de acordo com a realização da pesquisa proposta acima.

Florianópolis, _____ de _____ de 2003.

Nome completo: _____ RG: _____

Assinatura: _____



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGIA
TEL.: (048) 331-9520 - FAX: (048) 234-1788
Email: dptostm@ccs.ufsc.br

ANEXO C

TERMO DE DOAÇÃO DO ÓRGÃO DENTAL

Estudo: “Avaliação da resistência de união adesiva da dentina sob teste de microtração após tratamento clareador interno”

Eu, _____ (pais ou responsável),
confirmando que o pesquisador principal desta pesquisa (prof.) _____
_____ discuti este estudo comigo. Eu entendi que:

- a) o objetivo desta pesquisa será avaliar a influência de agentes clareadores (substâncias utilizadas para clarear dentes) sobre a estrutura dental mediante testes laboratoriais;
- b) minha participação será a doação de meus dentes pré-molares superiores com indicação de exodontia (extração), por não serem mais úteis à minha pessoa. Esta doação será de livre e espontânea vontade, sendo os dentes doados utilizados única e exclusivamente em testes laboratoriais para a investigação de possíveis alterações no nível da dentina após a realização de terapia clareadora. Estou ciente de que não haverá nenhum tipo de risco à minha pessoa;
- c) caso não queira fazer a doação de meus dentes, não serei obrigado a fazê-lo. O atendimento e o tratamento odontológico ao qual serei submetido(a) serão realizados de acordo com o protocolo de atendimento do Ambulatório Odontológico do Departamento de Estomatologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina. Toda a informação obtida neste estudo será confidencial e eu não serei identificado por meu nome em qualquer publicação científica referente a este estudo;
- d) caso tenha qualquer tipo de dúvida ou preocupação, poderei manter contato com este pesquisador pelo telefone 222-4929;
- e) nestes termos, concordo em participar deste estudo.

Participante (pais ou responsável) _____
Data: _____

Testemunha: _____
Data: _____

Pesquisador: _____
Data: _____



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO - DENTÍSTICA

ANEXO D

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que os dados coletados na pesquisa intitulada “**Avaliação da resistência de união adesiva da dentina sob teste de microtração após tratamento clareador interno**” serão arquivados em papéis, disquetes e no computador pessoal do pesquisador principal, sob posse e supervisão deste, e utilizados para fins de publicações em revistas indexadas nacionais ou internacionais.

Florianópolis, 15 de agosto de 2003.

Prof. Dr. Élito Araújo
Orientador do projeto

Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri
Co-orientador do projeto

APÊNDICES

APÊNDICE A

Quadros dos valores da área de secção transversal dos filetes, respectivas cargas (N e kgF), respectivas tensões (kgF/mm² e MPa), modos de fratura observados ao MEV para cada um dos grupos e subgrupos.

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
1,04	17,40	1,77	1,71	16,74	MISTA
0,95	20,00	2,04	2,15	21,06	MISTA
0,81	20,20	2,06	2,54	24,95	MISTA
0,93	20,50	2,09	2,25	22,05	MISTA
0,81	25,00	2,55	3,15	30,87	MISTA
0,90	25,60	2,61	2,90	28,45	MISTA
0,98	26,80	2,73	2,79	27,36	MISTA
1,01	28,90	2,95	2,92	28,62	MISTA
0,87	29,50	3,01	3,46	33,92	MISTA
0,91	30,00	3,06	3,36	32,98	MISTA
0,94	32,40	3,30	3,52	34,48	MISTA
0,93	36,60	3,73	4,01	39,37	MISTA
0,96	38,70	3,95	4,11	40,33	MISTA
0,99	42,30	4,31	4,36	42,74	MISTA
0,89	46,00	4,69	5,27	51,70	MISTA
0,82	50,40	5,14	6,27	61,48	MISTA
0,81	56,60	5,77	7,13	69,90	MISTA
MÉDIA	32,17			35,71	
D.P.	11,39			14,27	

Quadro 3 – Controle R0

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
1,03	21,00	2,14	2,08	20,39	MISTA
0,89	21,50	2,19	2,46	24,16	MISTA
0,92	22,60	2,31	2,51	24,57	MISTA
0,83	23,70	2,42	2,91	28,56	MISTA
0,92	24,40	2,49	2,71	26,53	MISTA
0,70	28,00	2,86	4,09	41,66	MISTA
0,97	29,60	3,02	3,11	30,53	MISTA
0,97	30,60	3,12	3,22	31,56	MISTA
1,01	32,00	3,26	3,23	31,69	MISTA
0,92	34,50	3,52	3,83	37,51	MISTA
0,94	37,30	3,80	4,05	39,69	MISTA
0,87	39,10	3,99	4,58	44,96	MISTA
0,86	47,50	4,85	5,63	55,25	MISTA
0,97	49,20	5,02	5,17	50,74	MISTA
0,87	57,90	5,91	6,79	66,57	MISTA
MÉDIA	33,26			36,96	
D.P.	11,14			13,00	

Quadro 4 – Controle R7

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
0,95	19,40	1,98	2,08	20,43	MISTA
0,92	20,30	2,07	2,25	22,07	MISTA
0,85	23,00	2,35	2,76	27,07	MISTA
0,90	23,20	2,37	2,63	25,79	MISTA
0,85	24,50	2,50	2,94	28,83	MISTA
0,96	26,20	2,67	2,78	27,30	MISTA
0,85	26,60	2,71	3,19	31,30	MISTA
0,82	28,50	2,91	3,55	34,77	MISTA
0,70	29,70	3,03	4,33	44,14	MISTA
0,81	33,40	3,41	4,21	41,25	MISTA
0,96	35,50	3,62	3,77	36,99	MISTA
0,98	37,30	3,80	3,88	38,07	MISTA
0,96	38,40	3,92	4,08	40,01	MISTA
0,97	41,90	4,27	4,41	43,21	MISTA
1,02	45,40	4,63	4,54	44,52	MISTA
0,99	49,70	5,07	5,12	50,22	MISTA
1,06	44,70	4,56	4,30	43,86	MISTA
MÉDIA	32,22			35,28	
D.P.	9,44			8,90	

Quadro 5 – Controle R14

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
0,91	24,9	2,54	2,79	27,37	COESIVA ADESIVO
0,84	31,2	3,18	3,79	37,15	MISTA
0,91	15,1	1,54	1,69	16,60	MISTA
1,03	16,1	1,64	1,59	15,64	MISTA
0,81	44,2	4,51	5,57	54,59	MISTA
0,84	26,8	2,73	3,25	31,91	MISTA
0,88	42,9	4,38	4,97	48,77	MISTA
0,89	47,9	4,89	5,49	53,84	MISTA
0,80	35,0	3,57	4,46	43,76	MISTA
0,87	19,1	1,95	2,24	21,96	MISTA
0,88	14,7	1,50	1,70	16,71	MISTA
0,73	32,4	3,30	4,53	44,40	MISTA
0,70	35,4	3,61	5,16	50,59	MISTA
0,90	23,0	2,35	2,61	25,56	MISTA
0,75	48,6	4,96	6,61	64,82	MISTA
0,83	31,0	3,16	3,81	37,36	MISTA
0,79	18,9	1,93	2,44	23,93	MISTA
0,95	34,5	3,52	3,70	36,33	MISTA
0,96	51,3	5,23	5,45	53,45	MISTA
0,91	41,0	4,18	4,60	45,07	MISTA
0,99	29,5	3,01	3,04	29,81	MISTA
1,00	12,9	1,32	1,32	12,90	MISTA
MÉDIA	30,7			36,02	
D.P.	11,8			14,91	

Quadro 6 – Experimental 1 R0

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
0,85	48,9	4,99	5,87	57,55	MISTA
0,92	20,7	2,11	2,30	22,51	MISTA
0,94	17,0	1,73	1,84	18,09	MISTA
0,97	52,3	5,33	5,50	53,93	COESIVA ADESIVO
1,02	30,3	3,09	3,03	29,72	MISTA
0,94	33,1	3,38	3,59	35,22	MISTA
0,89	26,9	2,74	3,08	30,23	MISTA
0,89	35,5	3,62	4,07	39,90	MISTA
0,84	41,9	4,27	5,09	49,90	MISTA
0,87	21,1	2,15	2,47	24,26	MISTA
0,95	47,4	4,83	5,09	49,91	COESIVA ADESIVO
0,83	27,2	2,77	3,34	32,78	MISTA
0,87	27,0	2,75	3,17	31,04	MISTA
0,94	27,4	2,79	2,97	29,16	MISTA
0,90	30,4	3,10	3,45	33,79	MISTA
0,90	46,7	4,76	5,29	51,91	MISTA
0,81	14,4	1,47	1,81	17,78	MISTA
0,83	16,7	1,70	2,05	20,13	MISTA
0,88	13,5	1,38	1,56	15,35	MISTA
0,70	50,9	5,19	7,42	72,74	MISTA
0,85	17,6	1,80	2,11	20,71	MISTA
MÉDIA	30,8			35,08	
D.P.	12,8			15,52	

Quadro 7 – Experimental 1 R7

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
0,79	22,7	2,32	2,93	28,74	MISTA
0,87	36,8	3,75	4,31	42,31	MISTA
0,96	22,6	2,31	2,40	23,55	MISTA
0,83	23,2	2,37	2,85	27,96	MISTA
0,79	43,0	4,39	5,55	54,45	MISTA
0,88	31,2	3,18	3,62	35,47	MISTA
1,02	23,7	2,42	2,37	23,24	MISTA
1,00	17,3	1,76	1,76	17,31	MISTA
0,71	30,8	3,14	4,42	43,39	MISTA
0,78	28,7	2,93	3,75	36,81	MISTA
0,93	39,7	4,05	4,35	42,70	MISTA
0,91	43,6	4,45	4,89	47,93	MISTA
0,95	24,8	2,53	2,66	26,11	MISTA
0,92	16,3	1,66	1,81	17,72	MISTA
0,92	26,8	2,73	2,97	29,14	MISTA
0,84	47,7	4,87	5,79	56,80	MISTA
0,92	47,4	4,83	5,26	51,54	MISTA
0,92	46,1	4,70	5,11	50,12	MISTA
MÉDIA	31,80			36,41	
D.P.	10,56			12,74	

Quadro 8 – Experimental 1 R14

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
0,85	18,1	1,85	2,17	21,30	MISTA
0,94	32,0	3,26	3,47	34,05	MISTA
0,90	16,0	1,63	1,81	17,78	MISTA
0,95	36,6	3,73	3,93	38,54	MISTA
0,88	31,1	3,17	3,60	35,35	MISTA
0,84	39,1	3,99	4,75	46,56	MISTA
0,87	22,8	2,33	2,67	26,22	MISTA
0,82	36,1	3,68	4,49	44,04	MISTA
0,86	38,2	3,90	4,53	44,43	MISTA
0,91	46,8	4,77	5,25	51,44	MISTA
0,83	36,5	3,72	4,49	43,99	MISTA
0,84	51,1	5,21	6,21	60,85	MISTA
0,70	15,5	1,58	2,26	22,15	MISTA
0,70	39,4	4,02	5,74	56,30	MISTA
0,78	29,5	3,01	3,86	37,83	MISTA
0,92	24,4	2,49	2,71	26,53	MISTA
0,93	26,0	2,65	2,85	27,97	MISTA
MÉDIA	31,72			37,37	
D.P.	10,28			12,63	

Quadro 9 – Experimental 2 R0

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
0,83	36,5	3,72	4,49	43,99	MISTA
0,98	51,7	5,27	5,38	52,77	MISTA
0,92	36,7	3,74	4,07	39,90	MISTA
0,70	15,9	1,62	2,32	22,72	MISTA
1,02	20,7	2,11	2,07	20,30	MISTA
0,88	16,0	1,63	1,85	18,19	MISTA
0,92	19,4	1,98	2,15	21,09	MISTA
0,95	63,6	6,49	6,83	66,97	MISTA
0,70	16,2	1,65	2,36	23,15	MISTA
1,12	22,1	2,25	2,01	19,74	MISTA
1,12	16,6	1,69	1,51	14,83	MISTA
0,70	29,0	2,96	4,23	41,44	MISTA
0,92	45,5	4,64	5,04	49,47	MISTA
1,05	46,9	4,78	4,56	44,68	MISTA
0,84	44,1	4,50	5,36	52,52	MISTA
1,07	33,8	3,45	3,22	31,60	MISTA
MÉDIA	32,2			35,21	
D.P.	15,0			15,77	

Quadro 10 – Experimental 2 R7

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
0,73	51,8	5,28	7,24	70,98	MISTA
0,98	24,1	2,46	2,51	24,60	MISTA
0,77	20,4	2,08	2,70	26,50	MISTA
0,76	24,6	2,51	3,30	32,38	MISTA
0,86	27,9	2,85	3,31	32,45	MISTA
0,94	63,0	6,43	6,84	67,04	MISTA
0,94	51,2	5,22	5,56	54,49	MISTA
0,82	20,8	2,12	2,59	25,37	MISTA
0,89	29,3	2,99	3,36	32,93	MISTA
1,07	55,6	5,67	5,30	51,98	MISTA
0,87	33,3	3,40	3,90	38,29	MISTA
0,84	19,3	1,97	2,34	22,98	MISTA
0,88	20,6	2,10	2,39	23,42	MISTA
0,81	18,8	1,92	2,37	23,22	MISTA
0,92	26,0	2,65	2,88	28,27	MISTA
0,89	23,0	2,35	2,64	25,85	MISTA
0,96	48,4	4,94	5,14	50,43	MISTA
0,96	30,7	3,13	3,26	31,99	MISTA
0,96	45,4	4,63	4,82	47,31	MISTA
0,90	24,4	2,49	2,77	27,12	MISTA
MÉDIA	32,9			36,88	
D.P.	14,1			14,92	

Quadro 11 – Experimental 2 R14

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
1,00	42,6	4,35	4,35	42,61	MISTA
1,10	50,9	5,19	4,72	46,29	MISTA
1,22	35,3	3,60	2,95	28,94	MISTA
0,83	29,9	3,05	3,67	36,04	MISTA
0,95	15,2	1,55	1,63	16,01	MISTA
0,88	34,5	3,52	4,00	39,22	MISTA
0,93	41,0	4,18	4,50	44,10	MISTA
0,77	18,6	1,90	2,46	24,16	MISTA
1,00	14,8	1,51	1,51	14,80	MISTA
0,98	65,4	6,67	6,81	66,76	MISTA
1,09	22,3	2,27	2,09	20,47	MISTA
1,12	18,2	1,86	1,66	16,26	MISTA
1,05	24,8	2,53	2,41	23,63	MISTA
1,03	25,2	2,57	2,50	24,47	MISTA
MÉDIA	31,34			31,70	
D.P.	14,73			14,85	

Quadro 12 – Experimental 3 R0

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
1,06	32,5	3,32	3,13	30,67	MISTA
1,02	41,9	4,27	4,19	41,09	MISTA
0,88	27,8	2,84	3,22	31,60	MISTA
0,74	21,0	2,14	2,89	28,39	MISTA
1,08	43,4	4,43	4,10	40,20	MISTA
0,79	42,9	4,38	5,54	54,32	MISTA
1,05	51,5	5,25	5,00	49,06	MISTA
1,03	34,7	3,54	3,44	33,70	MISTA
0,80	19,6	2,00	2,50	24,51	MISTA
0,96	24,6	2,51	2,61	25,63	MISTA
0,88	49,4	5,04	5,73	56,15	MISTA
0,88	29,0	2,96	3,36	32,96	MISTA
0,94	36,9	3,76	4,00	39,27	MISTA
MÉDIA	35,02			37,50	
D.P.	10,41			10,40	

Quadro 13 – Experimental 3 R7

Área	Carga (N)	Carga/kg/F	Tensão (kgF/mm ²)	Tensão (MPa)	Modo de fratura
0,92	36,7	3,74	4,07	39,90	MISTA
0,93	18,4	1,88	2,02	19,79	MISTA
0,84	17,9	1,83	2,17	21,32	MISTA
0,83	12,3	1,25	1,51	14,82	MISTA
0,80	33,0	3,37	4,21	41,26	MISTA
0,82	19,8	2,02	2,46	24,15	MISTA
0,88	11,9	1,21	1,38	13,53	MISTA
0,84	27,1	2,76	3,29	32,27	MISTA
0,96	21,5	2,19	2,28	22,40	MISTA
0,94	49,7	5,07	5,39	52,89	MISTA
0,99	48,6	4,96	5,01	49,11	MISTA
1,06	66,3	6,76	6,38	62,57	MISTA
0,98	19,0	1,94	1,98	19,39	MISTA
0,89	37,9	3,87	4,34	42,60	MISTA
0,88	36,0	3,67	4,17	40,92	MISTA
0,95	19,7	2,01	2,12	20,74	MISTA
0,85	54,3	5,54	6,52	63,90	MISTA
0,96	51,5	5,25	5,47	53,66	MISTA
MÉDIA	32,3			35,29	
D.P.	16,3			16,51	

Quadro 14 – Experimental 3 R14

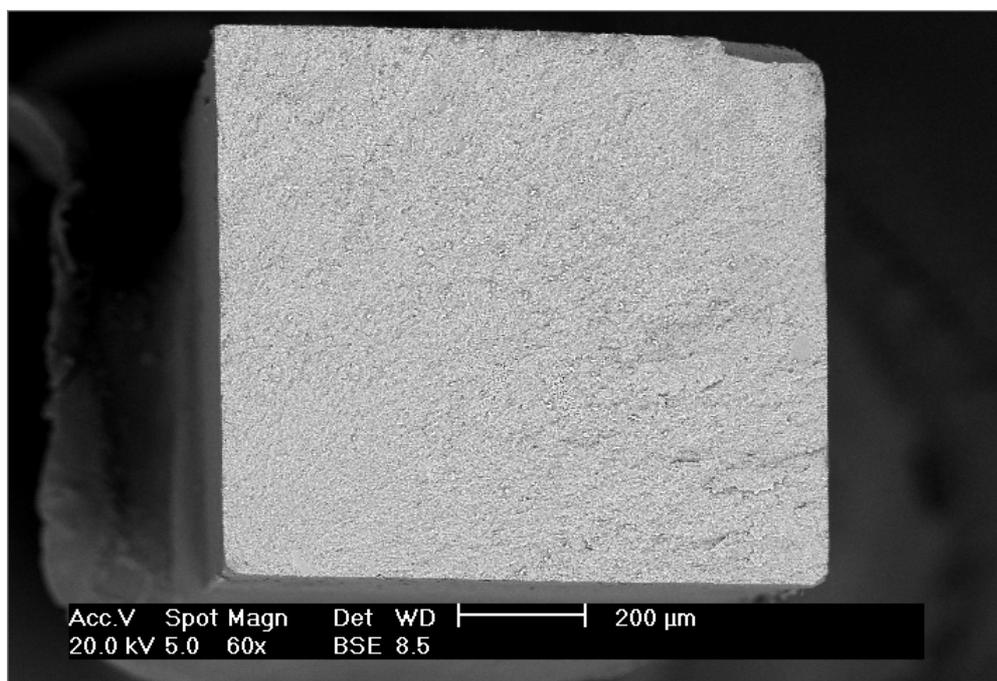
APÊNDICE B

Figura 95 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) removida do experimento após a constatação de fratura totalmente coesiva na resina composta.

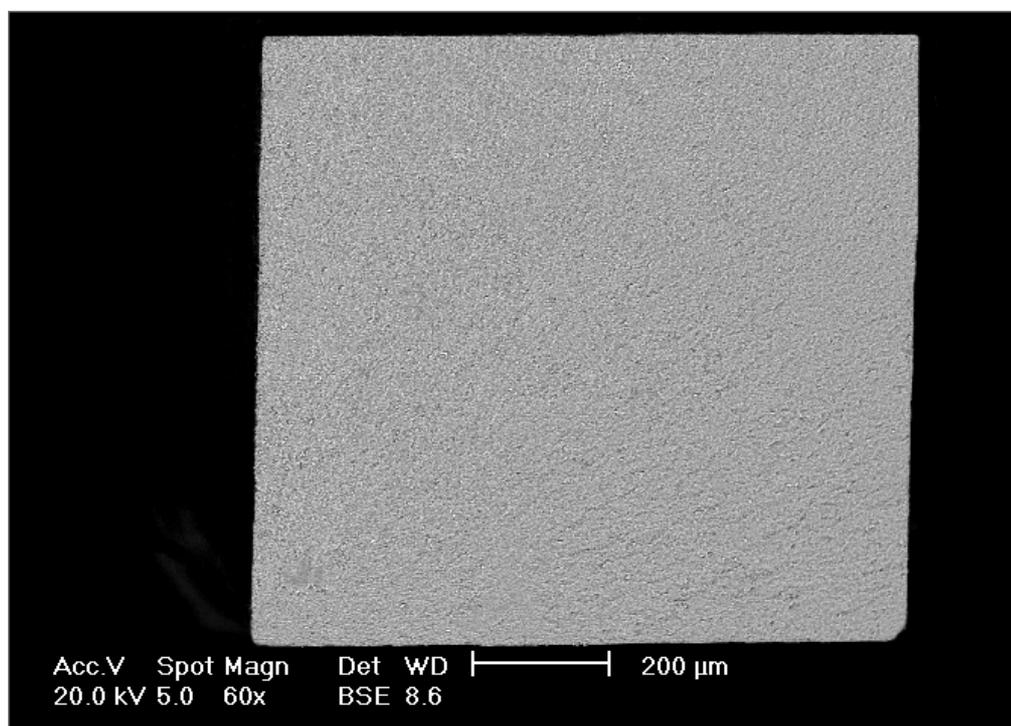


Figura 96 – Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) removida do experimento após a constatação de fratura totalmente coesiva na resina composta.

APÊNDICE C

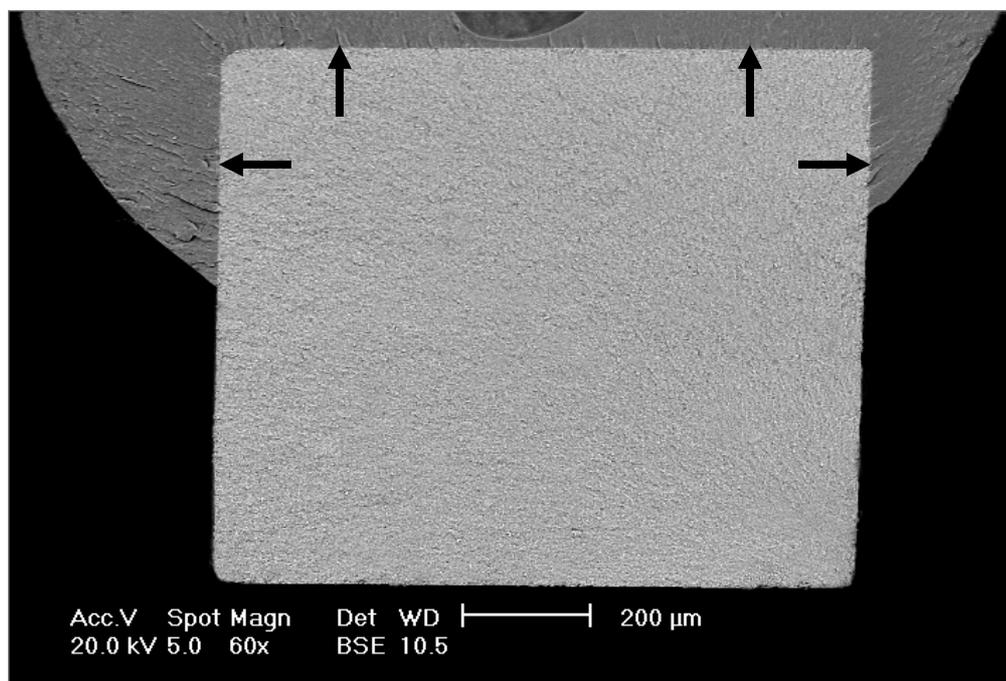


Figura 97 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) removida do experimento após a constatação de escoamento de cola para a zona de interface (setas).

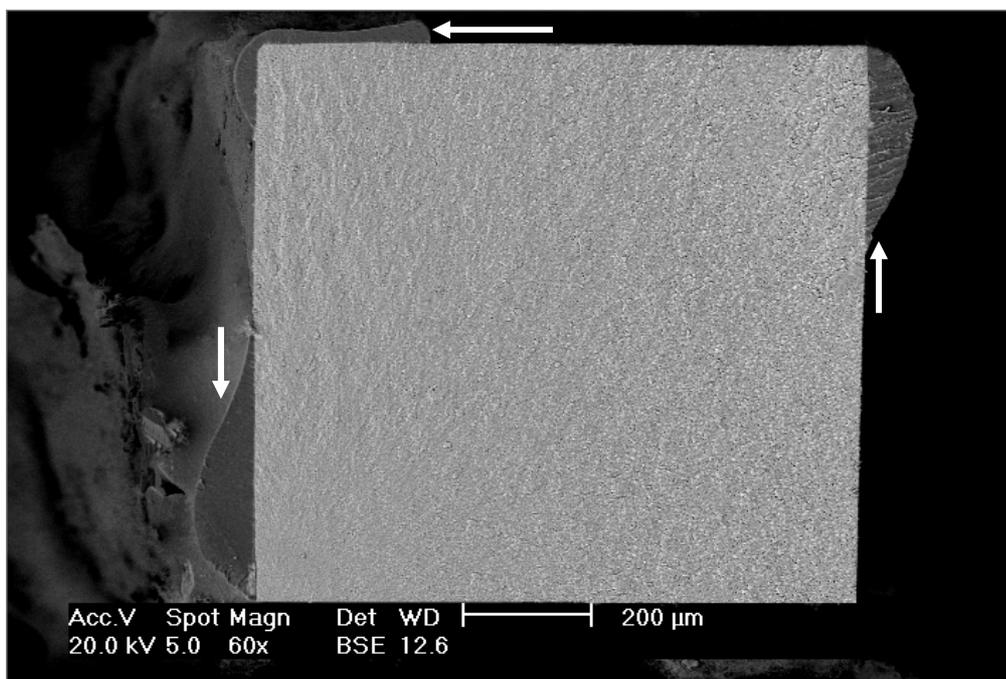


Figura 98- Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) removida do experimento após a constatação de escoamento de cola para a zona de interface (setas).

APÊNDICE D

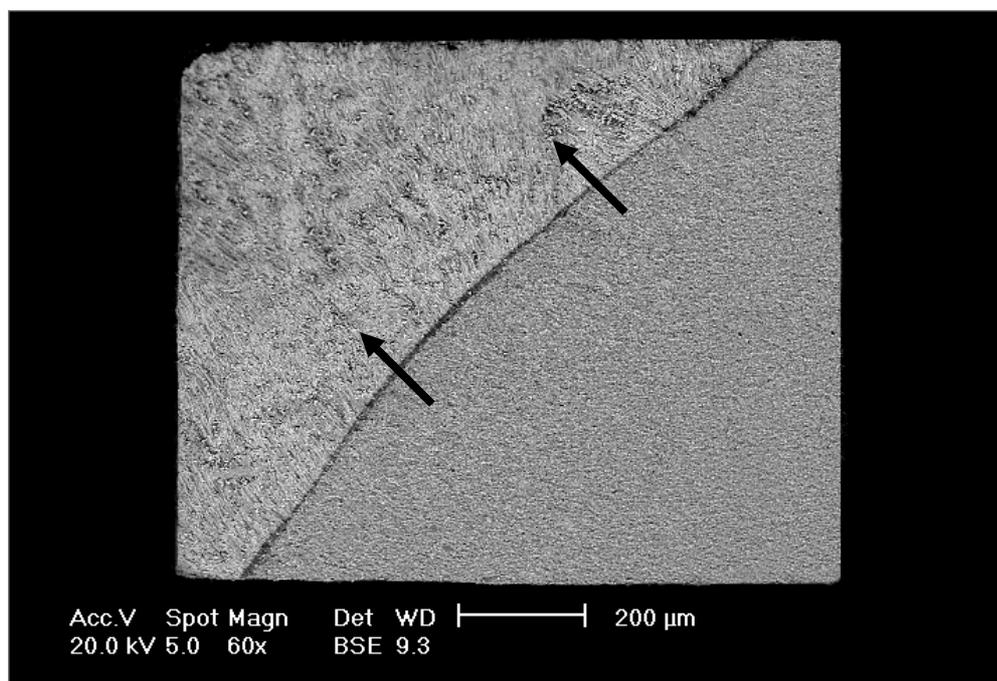


Figura 99 – Fotomicrografia do topo do filete (porção resinosa) removida do experimento após a constatação de esmalte remanescente (setas).

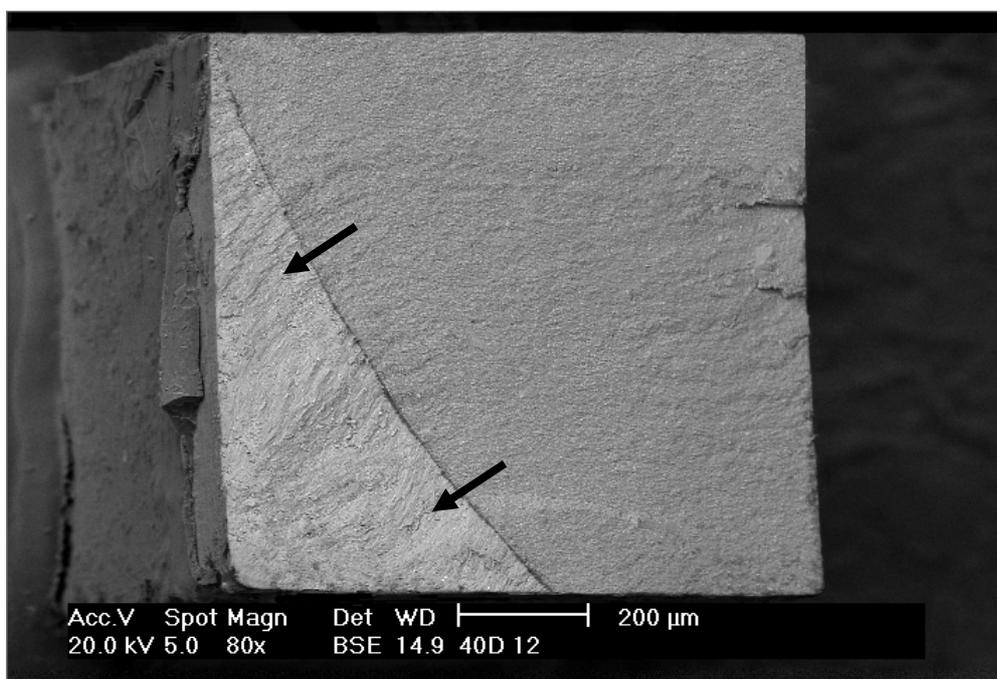


Figura 100– Fotomicrografia do topo do filete (porção dentinária) removida do experimento após a constatação de esmalte remanescente (setas).