

EDUARDO ROBERTY

**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TÉCNICAS E SISTEMAS DE
CIMENTAÇÃO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA CERÂMICA
REFORÇADA POR LEUCITA À DENTINA**

Florianópolis
2008

EDUARDO ROBERTY

**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TÉCNICAS E SISTEMAS DE
CIMENTAÇÃO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA CERÂMICA
REFORÇADA POR LEUCITA À DENTINA**

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

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Carpena Lopes
Co-orientador: Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior

Florianópolis
2008

EDUARDO ROBERTY

**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TÉCNICAS E SISTEMAS DE
CIMENTAÇÃO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA CERÂMICA
REFORÇADA POR LEUCITA À DENTINA**

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

Florianópolis, __ de _____ de 2008

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Guilherme Carpena Lopes
Orientador

Prof. Dr.
Membro

Prof. Dr.
Membro

Conselhos ao “Meu Nobre”

Aí vão alguns conselhos “Meu Nobre”:

Sonhe,

O sonho possível,
Mais conhecido como tangível,
Que foi concebido para ser alcançado,
Embora sempre exista um preço a ser pago.
Sonhe o sonho impossível,
Mais conhecido como... sonho,
Este é intangível para a maioria,
E permanece sonho,
Mas para alguns poucos é meta, objetivo.
Como é duro “Meu Nobre”, passar por este crivo.

Trabalhe,

O trabalho suficiente,
Não obstante o suficiente ser pessoal e intransferível,
Frequentemente definido pelo tipo de sonho,
Patrão do trabalho.

Realize,

A realização é um momento sublime... e passageiro,
No qual confrontam-se,
Hora amigavelmente, hora nem tanto,
O sonho e o preço pago para alcançá-lo.
Entenda “Meu Nobre”,
Que apesar de a realização receber o nome de pessoal,
Ela, em hipótese alguma,
Foi concretizada única e exclusivamente por uma só
pessoa,
No caso, a sua.

Divirta-se,

Sabendo que a diversão encontra-se cercada por um triângulo de limitações,
No qual as pontas são ocupadas pelos sonhos, o trabalho, e as realizações.
Benditos àqueles, “Meu Nobre”, que enxergam além das formas geométricas.

Ame,

Porque do contrário o sonho torna-se inalcançável,
O trabalho adquire um peso insustentável,
A realização ganha conotação de futilidade,
E a diversão...
Quem se diverte sem amor?

Isto posto, “Meu Nobre”,
Muito cuidado ao seguir os pensamentos citados,
Pois todos aplicados em harmonia,
Soam quase uma utopia.
Feliz de verdade, “Meu Nobre”,
É aquele que equilibra conselhos com maestria.

Eduardo Roberty, 22 de fevereiro de 2008,
em uma das inúmeras “noites claras” que este trabalho demandou.

DEDICATÓRIA:

*Este trabalho é dedicado ao **MEU Deus**;*

*Muito obrigado pelos **PAIS** inspiração; pela **FAMÍLIA** que suporta; pelos **AMIGOS** fiéis; pela **MULHER** maravilhosa que está ao meu lado; enfim, por todas as pessoas boas que o Senhor colocou no meu caminho.*

Muito obrigado também pelas oportunidades e pelas chances que o Senhor me dá a cada dia.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*Aos meus Pais, **Belarmino** e **Marilda**, porque vocês são minha luz. Muito obrigado por confiarem em mim, e sobretudo no meu sonho. Eu sou absolutamente louco por vocês. Muito obrigado por dedicarem a sua vida a mim e à Carolina. Espelho-me em vocês para no futuro poder criar meus filhos com esse amor e essa perseverança inabaláveis que vocês emanam todo “Santo dia”. Amo vocês demais!*

*À minha irmã, **Carolina**, muito obrigado Linda, por estar sempre ao meu lado todo tempo. Você é a pessoa que melhor expõe minhas fraquezas quando elas aparecem, e eu sou muito grato a você por isso. Eu te amo muito!*

*Aos meus quatro avós, **Belarmino**, **Judite**, **Aclyr** e **Nilza**, vocês representam toda a felicidade que uma pessoa pode ter. Muito obrigado por existirem e fazerem parte da minha vida dessa maneira tão maravilhosa. Eu amo vocês!*

*À **minha família**, por ser um porto seguro. A cada ano mais sólida mais presente, e necessária em minha vida. Amo muito vocês! Muito obrigado.*

*À **Carla**, a mulher mais sensacional que Deus poderia ter me dado. Eu sou completamente apaixonado por você. Você me alça a sonhos e conquistas que eu jamais imaginei que poderia fazer. Muito obrigado por enfrentar as “tempestades” e as “brisas” com a mesma força. Eu te amo demais amor.*

*Ao meu grande amigo e irmão de coração, **Rodrigo**, muito obrigado por estar presente na minha vida, conte comigo pra sempre, porque eu preciso muito contar com você. Já vivemos e vencemos muita coisa juntos. Sua família, o carinho e o respeito com que se tratam também são pra mim de grande inspiração. Te amo!*

*À **Livia**, você foi um anjo escolhido por Deus para estar ao meu lado neste Mestrado. Se hoje eu tenho um trabalho concluído, isso se deve muito a você. Obrigado por ser minha parceira nos momentos mais difíceis. Valeu demais a sua fé quando parecia que tudo ia desmoronar. Amo muito você. Saiba que sou uma pessoa que estará sempre ao seu lado, pro que der e vier.*

*À **D. Tonia**, e a **família da Carla**, que sempre me apoiaram e torceram por mim em todos os momentos. Tenho vocês como minha segunda família.*

AGRADECIMENTOS

*Inicialmente, gostaria de agradecer a **todos os Professores de Dentística da Universidade Federal de Santa Catarina**, que juntos formam uma equipe de excelência e respeito.*

*Ao **Prof. Dr. Guilherme Carpena Lopes**, meu orientador, por me guiar neste trabalho difícil que foi escolhido para ser realizado. Muito obrigado pela paciência, tanto durante, mas principalmente no final do Mestrado. Eu admiro muito sua competência e dedicação ao que ama.*

*Ao **Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior**, meu co-orientador, o Senhor foi uma constante inspiração para mim nesses dois anos em que estive aqui. Foi um imenso prazer desfrutar da sua companhia e absorver um pouco de toda sabedoria e maestria com que conduz sua profissão e sua vida. Sou seu fã incondicional! Muito obrigado de coração.*

*Ao **Prof. Dr. Luiz Narciso Baratieri**, pelo modo como orientou nosso curso. Agradeço muito pela confiança depositada em mim. Viemos para cá atraídos pela sua garra, perseverança e modo como traça e concretiza seus objetivos. Creio que no fundo todos nós queremos ter um “pouquinho” ou um “poucão” da obstinação e do caráter do Senhor. Muito obrigado por inspirar-nos!*

*Ao **Prof. Dr. Edson Medeiros de Araujo Jr.**, por ser uma pessoa tão especial, de coração tão bom. Te admiro muito e me espelho muito na sua dedicação. Muito obrigado!*

Ao Prof. Dr. Hamilton Pires Maia, antes de agradecer-lhe, gostaria de parabenizá-lo pela força de vontade e pelo amor à sua profissão. O Senhor nos serve de exemplo, muito pelos ensinamentos que têm a nos oferecer, mas, sobretudo, pela paixão que tem pela vida. Muito obrigado pelo convívio nesses dois anos.

Aos Professores que conviveram conosco neste tempo maravilhoso de muito aprendizado e trabalho: Prof. Dr. Gilberto Arcari, Prof. Dr. Luiz Clovis Vieira, Prof. Dr. Mauro Caldeira de Andrada, Prof. Dr. Élitó Araújo, Profa. Dra. Mirian Becker, Prof. Dr. Alfredo Meyer Filho, Prof. Dr. César Alves de Andrade, Prof. Dr. Cléo Nunes de Souza, Prof. Saulo Fortkamp, Prof. Luis Boff, Prof. Dr. Antônio Carlos Cardoso e Prof. Dr. Marcelo Chain.

Não poderia ter esperado participar de uma turma melhor. O modo como crescemos e melhoramos através da nossa dedicação foi uma inspiração diária para o meu crescimento. É impressionante como cada um com seu jeito distinto pôde completar o outro. Gostaria de agradecer individualmente aos meus amigos:

- Ao **Junio**, vivemos juntos este sonho desde 2005, quando tudo isso parecia uma utopia. Obrigado por ter sido um amigo tão leal, e por confiar em mim. Você é uma pessoa muito especial.*
- Ao **Renan**, muito obrigado por estar sempre ao meu lado. Te admiro muito amigo, e me inspiro em você e na sua garra, para concretizar meus objetivos.*
- Ao **Max**, valeu meu amigo conterrâneo. Sou seu fã e você sabe disso. Parabéns por ser uma pessoa tão autêntica!*
- Ao **Neimar**, muito obrigado amigo. Eu admiro muito a sua disposição, sempre pronto pro que der e vier, e se preparando para o próximo desafio. Você é uma pessoa nota 1000!*
- Ao **Juan**, valeu demais “amigón”. Você é o maior exemplo de que não podemos nos acomodar nesta vida, porque ela passa voando. Parabéns pelo seu feito, você é sensacional.*
- À **Sheila**, muito obrigado por ser tão doce. Você sempre foi a pessoa que passava tranquilidade naqueles momentos mais tensos.*

- Ao **Marcelo**, meu muito obrigado. Embora as nossas diferenças tenham se exacerbado em alguns momentos, gostaria de dizer que te admiro muito. Parabéns por encarar esta situação de vida sempre com bom humor. Obrigado por ser esta pessoa tão solícita!
- À **Silvana**, por ser esta pessoa centrada e especial. Você foi fundamental para a estabilização da nossa equipe, muito obrigado.
- À **Luana**, por passar tranquilidade mesmo nos momentos mais turbulentos.

Algumas pessoas merecem agradecimentos especiais.

- À **Ju**, agradeço a Deus por você ter sido a primeira pessoa que conheci daqui de Florianópolis, quando isso tudo era inimaginável. Eu te admiro muito, e também me inspiro em você. Muito obrigado amiga!
- À **Jacke**, valeu amiga, por ser esta pessoa tão batalhadora. Você foi muito importante pra mim nestes dois anos.
- Ao **Cássio**, chegou no “sapatinho” e se revelou um grande amigo. Você é “show de bola” parceiro.
- Ao **Fábio**, muito obrigado por estar sempre disposto a ajudar, ainda que o tempo fosse escasso. Saiba que pode sempre contar comigo.
- À **Letícia** e ao **Rodrigo**, que show de casal. Muito obrigado pela companhia e pelo convencimento em admirar outro time que não seja o Vasco.
- À **Bea**, companheira nos melhores momentos. Muito obrigado por estar presente nos dias mais felizes que vivi aqui.
- Ao **Leandro**, valeu demais. Muito obrigado por passar um pouco da sua força de vontade e eficiência. Te admiro muito!
- À **Flávia** e ao **Tiago**, uma amizade que apareceu no fim do curso, mas que tem muito potencial. Muito obrigado por me darem a força que eu precisava neste final.

- *Aos demais colegas que estão no Doutorado, e aos que passaram por ele: **Luis, Kazuza, Mônica, Renata Gondo** (e Thiago “Gondo”), **Luciana, Isana, Fabiano Marson e Fernando.***
- *Aos colegas de outras disciplinas: **Bianca, China, Alemão, Rodrigo, Renata, Cleide, Gabriela, Elisa, Lu, Beth, Henrique e Cimara.***

Os grandes amigos que fiz nestes dois fantásticos anos merecem meus agradecimentos:

- *Aos amigos **Digo, Guga, João, Caique e Leandro.** Muito obrigado por estarem comigo nos melhores momentos, vocês são sensacionais.*
- *Às amigas **Gabi, Su, Oni e Lé.** Vocês são demais. Nunca vou esquecer como, no momento mais difícil que eu tive aqui, vocês estiveram presentes o tempo todo. Isso sem contar nos bons! Espero que a nossa amizade perdure para sempre.*
- *Aos amigos **William, Zé,** e toda a **galera desta turma.** Afinidade não se impõe, ela nasce naturalmente, e eu tive muita com vocês. Muito obrigado.*
- *A todos os **alunos a quem tive o prazer de lecionar.** Se fui eficiente neste ponto não sei, mas dei o meu melhor. Aprendi muito ensinando. Muito obrigado.*
- *Aos “salvadores da pátria”, **Cléo, Misleine e Adriano,** vocês apareceram quando eu já não tinha forças. Muito obrigado por ter tornado possível o sonho de realizar uma dissertação mais completa.*
- *Ao **Richard,** à **D. Lea,** ao **Lauro,** à **D. Talita,** à **Ana,** o trabalho de vocês nos bastidores é o que move este curso de excelência. Muito obrigado.*
- *À **rapaziada da cantina** e ao **Geovani,** sempre presentes emanando bom humor durante todo o tempo que estive aqui.*
- *A **todas as pessoas** que, de alguma forma, participaram da minha vida nestes dois anos e à cidade de Florianópolis, maravilhosa, que me acolheu como um filho neste tempo fantástico que passei aqui.*

Tudo que vivi neste Mestrado só foi possível porque uma base foi criada por Professores que hoje são meus amigos e mercedores de agradecimentos mais do que especiais.

*Ao **Prof. Márcio Martins**, se eu fizer mil trabalhos onde tenham agradecimentos, o seu nome contará de todos. Muito obrigado por confiar em mim num momento que nem eu mesmo acreditava!*

*Ao **Prof. Dr. Antonio Monnerat**, me faltam palavras para agradecer o carinho e a confiança que você tem por mim. Eu o admiro muito como profissional e, mais ainda, como pai, marido, enfim, sou seu fã. Muito obrigado por ter aparecido na minha vida.*

*Ao **Prof. Dr. Hugo de Andrade Filho**, muito obrigado por ter me ensinado que na vida às vezes temos que “perder” para depois vencer com mais propriedade. Agradeço de coração pelo carinho que você tem por mim, te admiro muito.*

*Ao **Prof. Terumitsu Sekito**, a quem sempre agradecerei pelo prazer de convivemos. Muito obrigado por ser esta pessoa tão maravilhosa.*

*Ao **Prof. Luizinho**, parceiro “cem por cento”. Muito obrigado por sempre passar essa tranquilidade com uma dose de humor. Saiba que tem aqui um amigo para contar em todas as horas.*

*Ao **Felipe Falcão**, que mesmo distante está sempre presente. Parabéns pela coragem e obstinação em busca do sonho. É um prazer ser seu amigo.*

*Ao **Prof. Dr. Rogério Mussel**, muito obrigado por sua dedicação em me ajudar. Tenho um carinho muito grande por você e espero que possamos trabalhar juntos daqui pra frente.*

*Aos amigos da Graduação e Pós-Graduação da disciplina de Dentística que foram ou que são da UERJ: **Théssia, Celso Tibana, Dani, Natália, Ana, Márcia, Bruno, Nilda, Ricardo Herzog, Midão, Marcos Barceleiro e Aline Monnerat.***

Tenho completa devoção pelos meus amigos. Não poderia deixar de citá-los e agradecer-lhes por terem mantido nossa amizade firme e forte. Não obstante Florianópolis não ser “das piores cidades” para se visitar um amigo.

*Aos amigos do “Bonde Chatuba”, **Rodrigo, Hélio, Pedro, Henning, Renato, Ferriol, Felipe, Lucas, João e Bruno**, muito obrigado por absolutamente serem meus irmãos, conto com vocês e podem contar comigo para sempre.*

*Ao **Pedro**, meu sonhador amigo, tenho um carinho muito especial por você, e confio muito que um dia tudo vai dar certo.*

*Ao amigo **Hélio**, à **Renata** e à **Flávia**, sou louco por vocês, muito obrigado por estarem presentes na minha vida, espero que estejamos pra sempre juntos.*

*Aos amigos da UNESA, **Daniel, Vitor e Cristiano**; e da UVA, **Alexandre, Bruno, Eric, Sutter, Saul, Fernandinha, Fernandão, Aristides e Alessandro**. Muito obrigado por fazerem parte da minha vida!*

*Ao meu amigo mais “antigo”, **Felipe “Negote”**. Obrigado por estar sempre presente nestes 15 anos de convivência, já vivemos muita coisa juntos, boas e ruins, normalmente atreladas ao Vascão.*

*À amiga **Celina**, sempre por perto, te admiro muito e tenho por você um enorme carinho e admiração.*

*Ao amigo **Fernando**, parceirão, fico muito feliz que nossa amizade tenha decolado nestes dois anos. Muito obrigado por ser meu amigo!*

*Por fim, gostaria de agradecer ao **Club de Regatas Vasco da Gama**. Embora esses dois anos tenham sido de pomposos fracassos em termos futebolísticos, sempre estivemos lado a lado, fielmente, nos fins e meios de semana, você foi meu melhor amigo. Muito obrigado. Que venham dias melhores.*

ROBERTY, Eduardo. **A influência de diferentes técnicas e sistemas de cimentação na resistência de união de uma cerâmica reforçada por leucita à dentina**. 2008. 187f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – opção Dentística) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi testar a hipótese de que diferentes técnicas e sistemas de cimentação influenciam na resistência de união de uma cerâmica reforçada por leucita à dentina, através do teste de microtração. Vinte e sete terceiros molares humanos tiveram a superfície dentinária média exposta de forma plana, através de uma secção transversal realizada com um disco diamantado. O substrato restaurador foi uma cerâmica reforçada por leucita (ProCad) com 3mm de espessura. Três técnicas de cimentação foram aplicadas: C, onde o sistema adesivo não foi fotoativado antes do assentamento da cerâmica; P, na qual o sistema adesivo foi fotoativado antes do assentamento da cerâmica; e S, onde foi realizado o chamado selamento dentinário imediato, no qual o adesivo é aplicado antes da temporização, e novamente na cimentação. Cada técnica foi realizada com 3 sistemas de cimentação: OP, utilizando o adesivo Optibond FL e o cimento resinoso dual Nexus 2; SB, em que foram utilizados o adesivo Adper Single Bond 2 e o cimento resinoso dual Rely X ARC; e CF, utilizando o adesivo Clearfil SE e o cimento resinoso dual Panavia F. Após uma semana de temporização, os procedimentos de cimentação foram realizados e os dentes cimentados foram armazenados em água destilada por 24h a 37°C. Os elementos dentais foram preparados para serem submetidos ao teste de microtração, sendo realizados cortes nos eixos “X” e “Y” para a obtenção de filetes retangulares com área de secção transversal de 0,64mm². Os filetes foram tracionados em uma máquina de ensaios universal (Instron). Os padrões de fratura de todos os filetes foram analisados no MEV. O teste estatístico Anova dois critérios seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey indicou que a técnica ($p < 0,01$) e o sistema de cimentação ($p < 0,01$) influenciam na resistência de união da cerâmica à dentina. Quase que a totalidade das fraturas aconteceu dentro da interface adesiva. De acordo com os resultados pode-se concluir que a hipótese foi totalmente aceita, e que a técnica e o sistema de cimentação devem ser analisados em conjunto. A fotopolimerização do adesivo, em conjunto com o cimento resinoso, após o assentamento da cerâmica, é recomendada para a obtenção de uma resistência de união mais alta da cerâmica à dentina.

Palavras-chave: Cimentos. Adesivos. Cerâmica. Microtração. Adesão.

ROBERTY, Eduardo. **A influência de diferentes técnicas e sistemas de cimentação na resistência de união de uma cerâmica reforçada por leucita à dentina**. 2008. 187f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – opção Dentística) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ABSTRACT

The aim of this *in vitro* study was to test the following hypothesis: different cementation techniques and systems affect microtensile bond strength between dentin and a leucite reinforced ceramic. Twenty-seven human third molars were prepared for bonding by removing the occlusal surface. A medium depth flat dentin were exposed after performing a transversal section. The restorative substrate was a 3mm thick leucite reinforced ceramic (Pro Cad). Three cementation techniques were applied: C – adhesive system was not photopolymerized before ceramic setting; P – adhesive system was photopolymerized before ceramic setting and S – immediate dentin sealing was performed, which the adhesive system is applied before temporization and at cementation. Each technique was performed using three cementation systems: OP – Optibond FL adhesive system and Nexus 2 dual resin cement; SB - Adper Single Bond 2 adhesive system and Rely X ARC dual resin cement and CF – Clearfill SE adhesive system and Panavia F dual resin cement. After one-week temporization, the cementation procedures were performed. The cemented teeth were stored in distilled water for 24 hours at 37 degrees C. For microtensile bond test, the dental elements were longitudinally sectioned in both “X” and “Y” directions in order to obtain rectangular sticks with an approximately 0.64mm² cross-sectional área. The sticks were fractured on a universal tests machine (Instron). Fracture patterns of all sticks were analyzed by scanning electronic microscopy (SEM). Statistical test Anova two-way followed by Tukey multiple comparisons test revealed that the cementation technique and system affect microtensile bond strength between dentin and ceramic. Almost all fractures occurred at the adhesive interface. According to the results, it can be concluded that the hypothesis was totally accepted. Almost the entire fractures occurred within the adhesive interface. It was concluded that the cementation technique and system must be analyzed together. Co-polymerization between the bonding resin and the luting cement, after the seating of the restoration is advised in order to achieve higher bond strength between ceramic and dentin.

Keywords: Cement. Adhesives. Ceramic. Microtensile. Bond.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Cálculo da estatística descritiva da resistência de união da cerâmica à dentina de todos os grupos testados..... 126
- Tabela 2 - Análise da variância, para a resistência de união da cerâmica, em MPa, com os respectivos níveis de probabilidade pelo teste F (p-valor)..... 127
- Tabela 3 - Tamanho da amostra (n), médias com os respectivos resultados do teste Tukey, desvios-padrão (DP), erro-padrão (EP), coeficiente do erro (CE), valores mínimo e máximo obtidos da resistência de união para os sistemas de cimentação. 128
- Tabela 4 - Resultados do teste de Tukey obtidos da resistência de união para as 3 técnicas de cimentação testadas. 130
- Tabela 5 - Médias da resistência de união da cerâmica à dentina para os nove grupos, em MPa. Os dados foram obtidos através da interação entre sistemas e técnicas de cimentação, e a significância estatística apresentada pelo teste Tukey... 131

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quadro relativo aos estudos analisados nesta pesquisa, que testaram a resistência de união de restaurações diretas e indiretas à dentina.....	72
Quadro 2 - Fluxograma esquemático do corte do dente, até a obtenção da dentina plana, circundada por esmalte, que será testada.	94
Quadro 3 - Fluxograma esquemático do preenchimento da câmara pulpar com resina composta.	96
Quadro 4 - Fluxograma esquemático da inclusão do dente cortado em resina acrílica autopolimerizável. A parte exposta do dente corresponde a 3mm.....	97
Quadro 5 - Divisão dos Grupos de acordo com a técnica de cimentação e sistema adesivo/cimento resinosos utilizados.....	103
Quadro 6 - Composição e modo de aplicação, segundo as instruções do fabricante, dos sistemas adesivos testados no experimento.	101
Quadro 7 - Apresentação, composição e modo de aplicação dos cimentos resinosos duais	102
Quadro 8 - Fluxograma esquemático da confecção, cimentação e remoção das restaurações provisórias.	105
Quadro 9 - Fluxograma esquemático apresentando a obtenção das pastilhas de cerâmica a partir do bloco ProCad, além da seqüência de pré-tratamento das pastilhas previamente à cimentação.	107
Quadro 10 - Modo de aplicação, nome comercial e fabricante de cada agente silano, de acordo com o sistema de cimentação utilizado.	108

Quadro 11 - Dispositivo para o assentamento com a carga padronizada sobre a pastilha cerâmica e seu modo de utilização durante a pesquisa.	116
Quadro 12 - Fluxograma esquemático do jateamento com óxido de alumínio da superfície dentinária pré-hibridizada, que ocorreu nos dentes em que foi realizada a técnica do S.	117
Quadro 13 - Seqüência dos procedimentos realizados após a cimentação até a obtenção dos filetes que serão testados.	120
Quadro 14 - Fluxograma esquemático da seqüência que vai desde a seleção aleatória dos 15 filetes de cada dente até a fratura dos mesmos na máquina de testes universal.	122
Quadro 15 - Fluxograma apresentando a remoção das metades fraturadas do dispositivo de Geraldelli, a cobertura das mesmas com ouro após serem dispostas de forma enfileirada, e a imagem do MEV, em SE e BSE.	123
Quadro 16 - Tipos de padrões de fratura mais freqüentes (CR - Cimento Resinoso; Ad - Adesivo; CH - Camada Híbrida).....	135

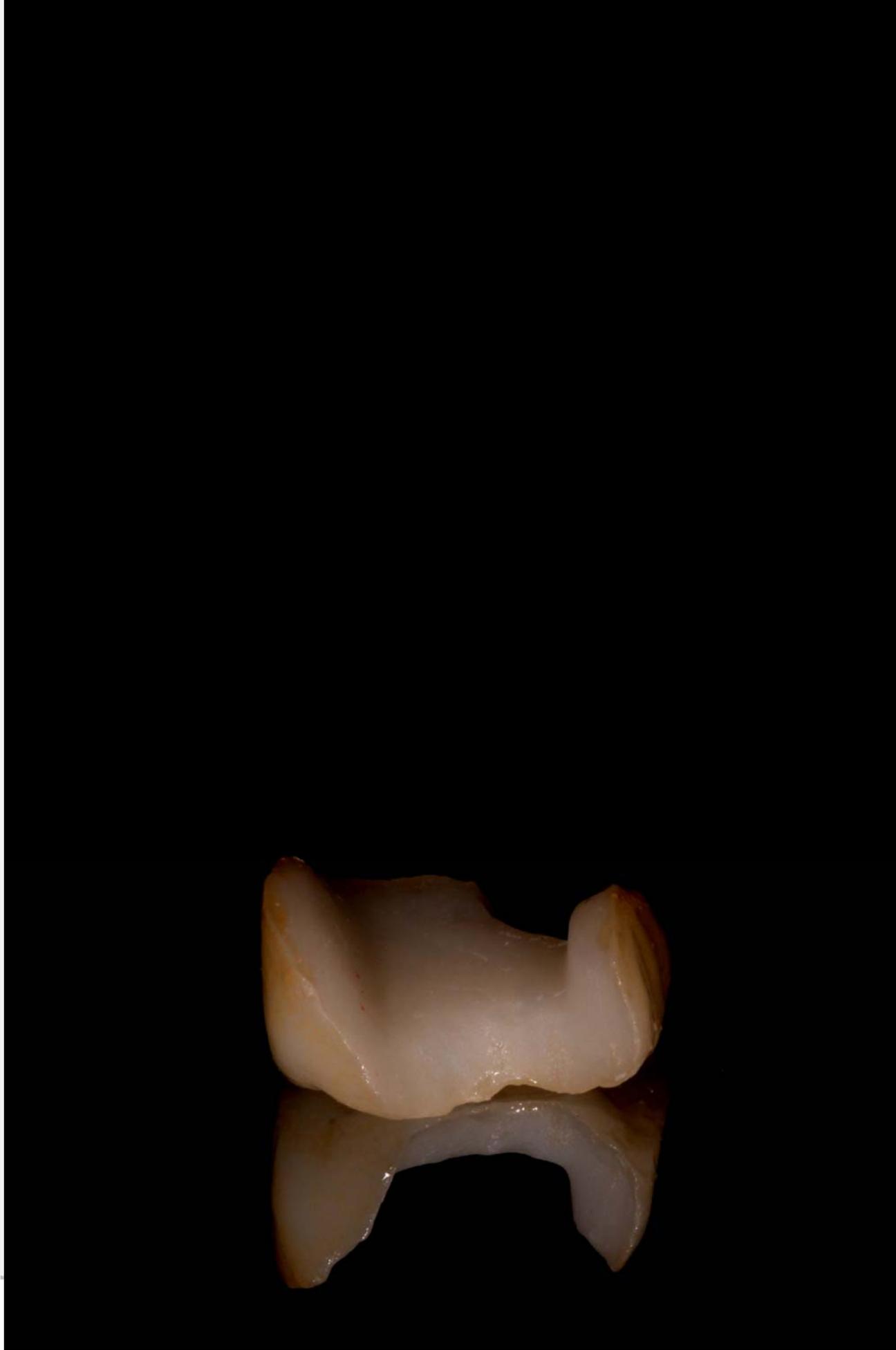
LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

°C	-	Graus Celsius
µm	-	Micrômetro
A	-	Técnica onde o adesivo e o cimento não foram fotoativados
AC1	-	Sistema adesivo autocondicionante com o primer junto do adesivo
AC2	-	Sistema adesivo autocondicionante com o primer separado do adesivo
Ad	-	Adesivo
C	-	Técnica onde o adesivo não é polimerizado antes do assentamento da restauração
CAT2	-	Sistema adesivo em que o dente recebe o condicionamento ácido total, e apresenta o primer junto do adesivo
CAT3	-	Sistema adesivo em que o dente recebe o condicionamento ácido total, e apresenta o primer separado do adesivo
CH	-	Camada híbrida
CIV	-	Cimento de Ionômero de Vidro
CIVRM	-	Cimento de ionômero de vidro resino-modificado
CR	-	Cimento resinoso
D	-	Técnica onde o adesivo foi fotopolimerizado e o cimento não
JCE	-	Junção Cimento-Esmalte
MEV	-	Microscópio Eletrônico de Varredura
MOD	-	Mésio-Ocluso-Distal
MPa	-	MegaPascal
NI	-	Não informado.
P	-	Técnica na qual o adesivo é polimerizado antes do assentamento da restauração
PLF	-	
RC	-	Revestimento com Resina
RCR	-	Técnica do revestimento com resina
S ou SDI	-	Técnica do selamento dentinário imediato
TEM	-	Microscópio Eletrônico de Transmissão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	26
2.1	SISTEMAS DE CIMENTAÇÃO ADESIVOS	26
2.1.1	Sistemas adesivos	26
2.1.2	Cimentos resinosos	36
2.1.3	Técnicas de cimentação	38
2.2	FATORES QUE INFLUENCIAM O DESEMPENHO DE UMA RESTAURAÇÃO INDIRETA.....	73
2.2.1	Cimentos temporários	73
2.2.2	Espessura de película do cimento e contração de polimerização.....	78
2.2.3	Qualidade da fotopolimerização	79
2.3	TESTE DE MICROTRAÇÃO	84
3	PROPOSIÇÃO	90
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	92
4.1	SELEÇÃO, ARMAZENAMENTO E LIMPEZA DOS ELEMENTOS DENTAIS ..	92
4.2	PREPARO DOS DENTES.....	93
4.2.1	Remoção do esmalte oclusal e de parte da raiz.....	93
4.2.2	Preenchimento da câmara pulpar	95
4.2.3	Inclusão dos dentes	96
4.3	DIVISÃO DOS GRUPOS	98
4.3.1	Sistema de cimentação OP	98
4.3.2	Sistema de cimentação SB.....	98
4.3.3	Sistema de cimentação CF.....	99
4.3.4	Técnica de cimentação C	99
4.3.5	Técnica de cimentação P.....	99
4.3.6	Técnica de cimentação S.....	100
4.4	FASE DE TEMPORIZAÇÃO.....	104
4.5	FASE DE CIMENTAÇÃO	106
4.5.1	Preparo da superfície cerâmica	106
4.5.2	Preparo da superfície dentinária	108

4.5.2.1	Grupo OPC	108
4.5.2.2	Grupo OPP	109
4.5.2.3	Grupo OPS	110
4.5.2.4	Grupo SBC	110
4.5.2.5	Grupo SBP	111
4.5.2.6	Grupo SBS	112
4.5.2.7	Grupo CFC	112
4.5.2.8	Grupo CFP	113
4.5.2.9	Grupo CFS	114
4.5.3	Padronizações	116
4.5.3.1	Pressão do assentamento da cerâmica	116
4.5.3.2	Jateamento da superfície dentinária pré-hibridizada	117
4.6	TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO POR MICROTRAÇÃO	118
4.6.1	Obtenção dos corpos-de-prova	118
4.6.2	Teste dos corpos-de-prova	121
4.7	ANÁLISE DOS PADRÕES DE FRATURA NO MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV)	121
4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA	124
5	RESULTADOS	126
5.1	TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO POR MICROTRAÇÃO	126
5.1.1	Comparação geral	127
5.1.2	Análise dos sistemas de cimentação	128
5.1.3	Análise das técnicas de cimentação	129
5.1.4	Interação entre as técnicas e os sistemas de cimentação	131
5.2	ANÁLISE DOS PADRÕES DE FRATURA NO MEV	133
6	DISCUSSÃO	139
6.1	MATERIAL E MÉTODOS	139
6.2	RESULTADOS	147
7	CONCLUSÃO	159
	REFERÊNCIAS	161
	ANEXOS	169
	ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA	170
	ANEXO B - TERMO DE DOAÇÃO	172
	APÊNDICES	175
	APÊNDICE A - RESULTADOS DE TODOS OS DENTES DE TODOS OS GRUPOS TESTADOS NA PESQUISA, QUANTO AO VALOR DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO E DO PADRÃO DE FRATURA POR FILETE	176



Introdução

1 INTRODUÇÃO

A eficácia das restaurações indiretas, em especial as de cerâmica, está ligada de forma intrínseca a uma idéia de longevidade do tratamento associada a um tratamento estético. Este conceito tornou as restaurações indiretas mais aceitáveis e sua indicação tem aumentado consideravelmente, à medida que o profissional consegue oferecer ao paciente um tratamento até certo ponto conservador, harmonioso e, sobretudo, duradouro.

Durante muitas décadas o cimento de fosfato de zinco foi o material de escolha para a cimentação de restaurações indiretas. Contudo, o desenvolvimento das restaurações livres de metal trouxe à tona uma necessidade patente da constituição de uma interface de união que funcionasse como um elo na formação de uma unidade dente/interface/cerâmica (FURUKAWA; INAI; TAGAMI, 2002). Deste modo, a cimentação adesiva, empregando um sistema composto pelo adesivo e o cimento resinoso, é hoje primordial para o sucesso clínico de restaurações indiretas de cerâmica pura (ARRAIS et al., 2007). Isto se deve ao fato de o cimento resinoso apresentar propriedades físicas e mecânicas superiores, em relação ao cimento de fosfato de zinco e ao cimento de ionômero de vidro. Dentre as quais podemos citar: resistências ao desgaste, à compressão, à tração diametral, e à fratura, insolubilidade em meio oral, baixa acidez inicial e adequada radiopacidade (DONOVAN; CHO, 1999; DIAZ-ARNOLD; VARGAS; HASELTON, 1999; ATTAR; TAM; Mc COMB, 2003). Além disso, o cimento resinoso associado ao sistema adesivo é capaz de prover uma forte união ao dente e à cerâmica (CEKIC et al., 2007).

Tão importante quanto a escolha do sistema de cimentação é a técnica empregada. Diversas estratégias têm sido propostas e muitas dúvidas, com relação à eficácia delas, foram lançadas. A necessidade de se fotopolimerizar ou não o sistema adesivo antes da colocação do cimento resinoso e do assentamento da cerâmica já foi motivo de muita discussão. Em favor da fotopolimerização estão possíveis resultados mais animadores (HAHN et al., 2000; COELHO SANTOS et al., 2005). Já os que defendem a técnica de não fotopolimerização do sistema adesivo, antes do assentamento da cerâmica, afirmam que esta é a única forma de não ocorrer uma desadaptação da restauração, ocasionada pela espessa camada que o adesivo forma em certas regiões do preparo (FRANKENBERGER et al., 1999). Além disso, esta técnica tem um suporte considerável de estudos clínicos prospectivos que embasam a sua indicação (FRANKENBERGER; PETSCHILT; KRAMER, 2000; KRAMER; FRANKENBERGER, 2005; KRAMER et al. 2006). Outra variação de técnica de cimentação é o chamado selamento dentinário imediato (PASHLEY et al., 1992; BERTSCHINGER et al., 1996; MAGNE; DOUGLAS, 1999). Nela, o sistema adesivo é aplicado antes da moldagem e da temporização e, novamente no momento da cimentação, após um jateamento com partículas de óxido de alumínio sobre a superfície dentinária pré-hibridizada. Os estudiosos desta técnica afirmam que a possibilidade de se usar um sistema adesivo mais eficaz, sem, contudo, haver a preocupação com a espessura da camada adesiva, já que ela foi formada antes da moldagem, é a sua maior vantagem (MAGNE et al., 2005; MAGNE, 2005, MAGNE; SO; CASCIONE, 2007).

Ainda assim, o estudo da cimentação adesiva e sua associação com restaurações indiretas e a dentina, são fruto de muitos questionamentos. Muitos estudos avaliam diferentes sistemas e técnicas de cimentação, encontrando resultados os mais diversos possíveis. Contudo, o conceito de Van Noort et al. (1989) de se realizar uma comparação universal dos agentes de união parece cada vez mais distante. Não obstante o desenvolvimento do teste de microtração (SANO et al., 1994) ter alçado a credibilidade dos resultados inerentes aos testes de resistência de união. Apesar disso, o que se observa atualmente é a demanda

pela busca de estudos mais padronizados, para que desta forma possa haver uma comparação mais verdadeira entre os dados obtidos.

Tendo em vista o acima explicitado parece coerente que a realização de testes de resistência de união da dentina à cerâmica sejam confeccionados, buscando uma possível aproximação da realidade clínica, para que seus resultados possam servir como um indicador. Desta forma, as pesquisas precisam se preocupar em desenhar uma metodologia que se aproxime, até o limite do estudo laboratorial, do dia a dia do consultório.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo estudar a influência de 3 técnicas e 3 sistemas de cimentação na resistência de união de uma cerâmica à dentina. Para que se pudesse realizar uma comparação real entre sistemas e técnicas, todos foram comparados entre si.



Revisão da Literatura

2 REVISÃO DA LITERATURA²

2.1 SISTEMAS DE CIMENTAÇÃO ADESIVOS

2.1.1 Sistemas adesivos

Rueggeberg e Margeson (1990) examinaram os efeitos da secagem de uma fina camada de resina sem carga (Command Bonding Resin, Kerr), na resistência de união de compósitos ao esmalte. Para isso utilizaram esmalte bovino condicionado por ácido fosfórico (60s), no ar ambiente (presença de oxigênio), em uma atmosfera de argônio, ou a combinação das duas. Sobre estas camadas finas fotoativadas, uma resina com carga (Herculite XRV, Kerr) foi adicionada e polimerizada, sob condições atmosféricas semelhantes às presentes na polimerização da resina sem carga. A comparação dos efeitos de diferentes atmosferas foi realizada através do teste de resistência de união por cisalhamento do disco de resina sem carga/com carga ao esmalte bovino condicionado. Os valores da conversão dos monômeros da resina sem carga foram calculados através do espectro infravermelho do conjunto dente/disco simulado. Secar a resina sem carga com o oxigênio comprimido antes da fotopolimerização resultou em baixos valores de união. O estudo mostrou que existe uma camada inibida

² Baseado na NBR 10520: 2002 da ABNT.

presente, após a polimerização de uma resina sem carga exposta à ativação no ar ambiente. Esta camada pode ser fisicamente deslocada e absorvida dentro da resina com carga, que cobre a mesma. Os autores concluíram que resinas sem carga polimerizadas no ar ambiente possuem uma espessa camada ($37\mu\text{m} \pm 16\mu\text{m}$) de polimerização inibida pelo oxigênio, independente do tempo de fotopolimerização da mesma.

Van Meerbeek et al. (1998) analisaram uma série de estudos que testaram a performance clínica dos sistemas adesivos. Os autores discutiram que diversos parâmetros afetam o desempenho dos adesivos, tais como: fatores diretamente relacionados ao material (adesivo) propriamente dito, que são freqüentemente responsáveis por falhas clínicas consideráveis na tentativa de adesão inicial, de forma que as instruções do fabricante devem ser rigorosamente seguidas visando otimizar a efetividade clínica dos adesivos; a variabilidade do substrato a ser aderido, que é considerada o aspecto principal na efetividade clínica dos sistemas adesivos, devido, basicamente, às diferenças consideráveis na composição e na estrutura do esmalte e da dentina, sendo a adesão à dentina significativamente mais problemática que a união ao esmalte, a qual é atingida com relativa facilidade; o tamanho e a forma da lesão a ser restaurada também são reportados como fatores que influenciam na performance clínica dos adesivos; outro fator é que, clinicamente, a adesão à dentina parece ser mais efetiva nos dentes superiores do que nos inferiores, devido à maior dificuldade no controle da umidade e à potencial flexão dos dentes, mais acentuada e seus efeitos nos elementos dentais da mandíbula; a idade do paciente, em parte relacionada à esclerose dentinária, tendo impacto na efetividade adesiva, com maiores taxas de perda da restauração encontradas em associação com o aumento da idade; a umidade interna (permeabilidade dentinária) e externa (contaminação) da dentina é outro fator-chave na obtenção de uma adesão confiável; e, por fim, a contração do compósito durante a sua polimerização é um dos principais aspectos que afetam a adesão. Este fato foi observado quando foram realizadas restaurações Classe I em dentes indicados para extração por motivos ortodônticos, e donde se concluiu que as interfaces entre dentina e sistemas

adesivos modernos parece não suportar a contração de polimerização a elas imposta, provocando quase um descolamento do adesivo da camada híbrida subjacente. Os autores concluíram que os sistemas adesivos atuais (em que a lama dentinária é totalmente removida) apresentam taxas superiores de efetividade clínica, à medida que produzem uma camada híbrida de melhor qualidade.

Choi; Condon; Ferracane (2000) mensuraram as mudanças nos estresses de contração de polimerização de uma restauração direta, à medida que a espessura da camada hidrófoba do adesivo foi sendo sistematicamente aumentada. Durante a polimerização, uma contração ocorre, inevitavelmente, ao tempo em que moléculas de monômeros são convertidas em uma rede de polímeros, ou seja, trocando espaços de Van der Waals por espaços covalentes aderidos menores. Esta contração produz um estresse, notadamente, em uma estrutura confinada, tal qual uma cavidade dental. Dessa maneira, foram correlacionados os efeitos da espessura do adesivo e redução dos estresses com a infiltração marginal em cavidades Classe V (avaliada com um corante de nitrato de prata). A força máxima de contração do compósito (Herculite XRV) foi medida em um tensilômetro, enquanto a espessura do sistema adesivo (Scotchbond Multipurpose, 3M) variou de 20 μ m à 300 μ m. O compósito foi inserido em cavidades Classe V preparadas na superfície vestibular de dentes bovinos sobre diferentes espessuras de adesivo aplicadas em camadas. Os estresses de contração diminuíram, significativamente, à medida que a espessura do adesivo foi aumentada. Em cavidades Classe V, uma camada adicional de adesivo reduz a microinfiltração. Os estresses de contração de polimerização gerados durante o assentamento do compósito contribuem, significativamente, para a infiltração marginal precoce, não obstante terem sido absorvidos e liberados pela aplicação de uma espessa camada de adesivo com baixa rigidez. Segundo os autores, é possível que uma espessura uniforme seja conseguida em uma superfície dental plana. Todavia, os efeitos de gravidade e tensão superficial levam ao escoamento do adesivo para concavidades e superfícies irregulares nas paredes de fundo e nos ângulos de uma cavidade tridimensional. Com isso, o adesivo se torna mais fino,

também, em certas regiões, especialmente nas margens da cavidade. A segunda e a terceira camadas do adesivo testado alcançaram espessuras entre 75µm e 100µm, enquanto a primeira atingiu mais ou menos a metade destas. Isto é explicado pelo fato da primeira camada ser aplicada sobre uma superfície rugosa, e as camadas subseqüentes serem aplicadas sobre uma superfície lisa.

Bouillaguet et al. (2001) compararam a performance da união de 8 adesivos utilizando um teste de resistência adesiva por microtração. Trinta dentes bovinos foram lixados (lixa de granulação 600) até a obtenção de superfícies de dentina radicular bovina plana. Segundo os autores, a escolha pela dentina radicular bovina se deu pela redução da variabilidade regional observada em dentina humana e, por conseguinte, das variações comumente reportadas em testes de adesão. Dois sistemas adesivos que usam o condicionamento ácido total e apresentam o primer separado do adesivo (CAT3) (Optibond FL, Kerr e Scotchbond Multipurpose Plus, 3M); 4 sistemas de condicionamento ácido total apresentando o primer e o adesivo no mesmo frasco (CAT2) (Scotchbond 1, 3M; Asba S.C.A, La maison dentaire; Prime & Bond NT, De Trey Dentsply; e Excite, Vivadent); e 2 sistemas adesivos autocondicionantes, um em que o primer acídico se apresenta separado do adesivo (AC2) (Clearfil Liner Bond 2V, Kuraray), e outro em que o primer acídico e o adesivo ocupam o mesmo frasco (AC1) (Prompt-L-Pop, 3M) foram avaliados. Cada sistema adesivo foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante, seguido da aplicação da resina composta direta Z100, 3M, com 3mm de espessura. Imediatamente após a adesão, os dentes foram preparados para o teste de microtração. Cada material gerou 14 filetes. Os espécimes fraturados foram observados no MEV. Os resultados mostraram que os adesivos CAT3 produziram valores de adesão superiores em dentina radicular bovina, em relação à maioria dos adesivos simplificados, CAT2 e AC1. Todavia, o sistema Optibond FL foi, estatisticamente, igual aos sistemas Scotchbond 1, Clearfil Liner Bond 2V e o Prime & Bond NT. Também foi observado que as amostras de Optibond FL apresentaram a maioria das fraturas como sendo mistas ou coesivas na interface adesiva.

Zheng et al. (2001) avaliaram o efeito da espessura da camada de adesivo de 2 sistemas, comercialmente, disponíveis (Single Bond, 3M ESPE e Clearfil Liner Bond 2V, Kuraray), em relação à resistência de união por microtração. O Single Bond é um adesivo CAT2 e contém etanol e água como solvente do primer. O adesivo do sistema Clearfil Liner Bond 2V não contém solvente e é aplicado após o tratamento do dente com um primer autocondicionante. Foram selecionados 46 molares humanos para este estudo, que foram lixados a partir da superfície oclusal com uma lixa de granulação 800 até a exposição de uma superfície dentinária plana. Uma fita de vinil com um espaço de 6mm² foi presa à dentina para demarcar a área de adesão. A espessura do adesivo foi definida colocando-se diversas fitas de vinil uma sobre a outra. Os dentes foram randomizadamente divididos em 2 grupos, tratados com Single Bond ou com o Clearfil Liner Bond 2V. Eles foram divididos em subgrupos de acordo com o número de fitas colocadas na superfície dentinária. Após os procedimentos adesivos, os dentes foram restaurados com uma resina composta direta (Clearfil AP-X, Kuraray) com 5mm de altura. Os dentes foram armazenados à 37°C por 24h. Após este tempo, os elementos dentais foram preparados para o teste de microtração, sendo seccionados no seu longo eixo para produzir amostras de 0,7mm de espessura. Estes corpos-de-prova foram cortados, produzindo amostras em forma de ampulheta e testados. A espessura do adesivo foi analisada previamente em um microscópio óptico. A espessura do Clearfil Liner Bond 2V variou de 5µm-1500µm, e a do Single Bond, de < 7,5µm-430µm. Para o Clearfil Liner Bond 2V a resistência de união aumentou, significativamente, à medida que a espessura aumentava ($p < 0,05$). Já para o Single Bond, quanto mais espessa a camada de adesivo, menor foi a resistência adesiva ($p < 0,05$). A maioria dos grupos, com a camada adesiva muito espessa, apresentou fratura coesiva do adesivo. Segundo os autores, o efeito da espessura na camada de adesivo é dependente do material.

De Munck et al. (2003) examinaram o efeito da degradação da interface dentina/resina ao longo do tempo. Vinte e oito terceiros molares humanos foram selecionados para o trabalho. O terço oclusal das coroas dos dentes foi removido

por meio de um disco diamantado acoplado a uma máquina de cortes (Isomet 1000, Buehler). Foi produzida uma lama dentinária padronizada através de uma lixa 600 na superfície dentinária. Todas as amostras foram divididas em 4 grupos de 7 dentes cada. Os sistemas adesivos testados foram: 2 CAT2 (Optibond Solo, Kerr e Scotchbond 1, 3M ESPE) e os seus respectivos com 3 passos (Optibond Dual-Cure, Kerr e Scotchbond Multipurpose, 3M ESPE). Após a aplicação dos adesivos de acordo com as instruções do fabricante, foi construída sobre a superfície dentinária um bloco de resina composta (Z100, 3M ESPE) com espessura entre 5mm e 6mm. De cada grupo, 3 dentes foram submetidos ao teste de microtração após 24h de armazenagem em água à 37°C. Os 4 dentes remanescentes foram armazenados por 4 anos à 37°C em água que continha 0,5% de cloramina para prevenir o crescimento bacteriano. O padrão de fratura foi analisado no MEV. Os filetes obtidos foram cortados, adquirindo o formato de ampulheta e testados em uma máquina de ensaios (LRX testing device, LRX). Após 24h os sistemas Optibond Dual Cure e Scotchbond Multi Purpose não apresentaram diferença estatística entre si, contudo ambos foram superiores ao Optibond Solo, mas também iguais, estatisticamente, ao Scotchbond 1. O Optibond Dual Cure foi o único que não apresentou diferenças na resistência de união após 4 anos. O seu padrão de fratura também não se alterou, apresentando mais fraturas coesivas dentro da camada adesiva acima da camada híbrida ou da dentina. Os valores baixos de força de adesão estavam associados a fraturas adesivas. A formação de uma camada de resina separada, além de uma baixa hidrofília da camada de resina hidrófoba, em comparação com os sistemas CAT2, podem ter resultado em uma baixa sensibilidade à degradação por parte do Optibond Dual Cure.

Tay et al. (2003) estudaram a possibilidade de adesivos simplificados serem membranas permeáveis, promovendo o fluxo de fluido pulpar na interface adesiva, e provocando a sua degradação. Segundo os autores, por serem mais hidrofílicos, os adesivos simplificados são muito permeáveis, o que mostra uma característica danosa no que tange ao selamento hermético da dentina. Não obstante, há uma susceptibilidade maior à sorção d'água e movimento de fluido

pulpar na interface adesiva, causando um fenômeno denominado árvores de água. Dessa maneira, os adesivos CAT2 e AC1, por não possuírem uma camada de adesivo hidrófobo sem solventes, comportam-se como membranas permeáveis permitindo um rápido movimento de água, contínuo através da resina polimerizada.

Van Meerbeek et al. (2003) analisaram uma série de estudos laboratoriais e de desempenho clínico comparando os diversos tipos de sistemas adesivos. Atenção especial foi dada aos benefícios/inconvenientes dos sistemas de condicionamento ácido total *versus* os adesivos autocondicionantes. Segundo os autores, os dados sugeriram que a pesquisa laboratorial é capaz de prever a efetividade clínica dos sistemas adesivos. O teste de resistência adesiva por microtração está entre os atuais fatores envolvidos para a correta mensuração da efetividade laboratorial da adesão. Existem diversos tipos de adesivos, os quais podem ser classificados segundo o seu mecanismo de adesão e o modo de aplicação clínica. Dividem-se entre condicionamento ácido total, ionômero de vidro e adesivos autocondicionantes. De acordo com os autores, embora haja uma tendência para a simplificação dos procedimentos adesivos, esta redução de passos não garante resultados melhores nem iguais. Os adesivos CAT3 ainda são os que apresentam os melhores resultados na pesquisa laboratorial e clínica. Devido ao potencial de adesão química adicional à hidroxiapatita, os adesivos autocondicionantes de pH moderado podem ser os mais promissores em termos de durabilidade da adesão ao tecido dental duro, utilizando uma técnica simples e menos sensível.

Cheong et al. (2003) avaliaram a hipótese nula de que não há diferença entre adesivos AC1 e AC2, em relação à compatibilidade com resinas compostas duais. A resistência de união por microtração de dois adesivos AC2 (Clearfil SE Bond, Kuraray e Tyrian SPE/One Step Plus, Bisco) foi comparada com dois AC1 (Xeno III, Dentsply DeTrey e Brush&Bond, Parkell) em relação a sua união com um compósito dual (Biscore, Bisco Inc.). A penetração do corante de prata nos 4 adesivos quando unidos ao compósito dual, nas funções foto e autopolimerizável, foi examinada utilizando o TEM. Após análise estatística, constatou-se que

somente os adesivos AC1 apresentaram diferença significativa na resistência de união por microtração entre os modos de ativação da resina, com relação à união com a resina na função química. O TEM mostrou sinais de uma franca desunião ao longo da interface adesivo-resina, fato que pode ser atribuído à interação química adversa entre adesivos acídicos e resina. Além disso, árvores de água que representam canais de alta permeabilidade na camada de adesivo polimerizada também foram observadas nos adesivos AC1. Ambas as características estiveram ausentes quando os adesivos analisados em questão foram os AC2. Os autores concluíram que sistemas adesivos AC2 são compatíveis com compósitos de ativação química/dual, devido ao seu pH menos ácido e à sua baixa permeabilidade.

Van Meerbeek et al. (2004) avaliaram o desempenho clínico de 2 sistemas adesivos CAT3 (Optibond FL, Kerr e PermaQuick, Ultradent) em cavidades Classe V ocasionadas por erosão/abrasão. O adesivo PermaQuick foi testado com compósitos diferentes, um híbrido e outro de micropartículas (Amelogen Hybrid e Amelogen Microparticle, respectivamente, Ultradent). O adesivo Optibond FL foi avaliado com a resina Prodigy, Kerr. Após 3 anos, a taxa de retenção do Optibond FL foi de 100%. Embora não estatisticamente significativa, o Optibond FL mostrou os maiores índices de integridade marginal após 3 anos (89% de ausência de microinfiltração). A viscosidade da camada hidrofóbica sem solvente e particulada, além de outros ingredientes, como um adequado iniciador de polimerização, podem ter contribuído para que o Optibond FL tenha atingido estes altos índices de sucesso, tanto *in vitro*, quanto *in vivo*.

De Munck et al. (2005) realizaram uma revisão crítica dos métodos de teste e resultados concernentes à durabilidade da adesão ao tecido dental. Os testes clínicos em cavidades classe V não cariadas permanecem como o método de teste definitivo para a avaliação da efetividade adesiva. Contudo, sua desvantagem é que tais estudos provêm de informações escassas com relação às verdadeiras causas de uma falha clínica. Portanto, diversos protocolos laboratoriais foram desenvolvidos com o intuito de prever a durabilidade da adesão. Uma comparação dos sistemas adesivos contemporâneos revelou que os CAT3

permanecem “padrão ouro” em termos de durabilidade. Qualquer tipo de simplificação dos procedimentos adesivos na aplicação clínica resultou em perda da efetividade adesiva, com exceção dos sistemas CAT2, que se aproximaram do “padrão ouro” e possuem um adicional benefício clínico da ausência da etapa de condicionamento ácido total. Os sistemas adesivos simplificados (AC1 e CAT2) atuam como membranas semipermeáveis devido ao seu potencial hidrofílico, atraindo água e degradando a interface adesiva mais rápida do que os adesivos que possuem um passo a mais, acrescentando uma camada de resina hidrófoba.

Peumans et al. (2005) revisaram a literatura corrente sobre a efetividade clínica de adesivos contemporâneos utilizados para restaurar lesões Classe V cervicais não cariosas. A retenção das restaurações, em função do tempo, foi avaliada com intuito de descobrir se adesivos com aplicação simplificada eram tão efetivos, clinicamente, quanto os convencionais (CAT3). A literatura revisada abrangeu os trabalhos publicados entre janeiro de 1998 e março de 2004. Os adesivos CAT3 e os AC2 mostraram ser, clinicamente, mais confiáveis do que os que utilizam técnicas mais simplificadas, atingindo resultados mais previsíveis no que concerne à performance clínica. Os adesivos de CAT2 apresentaram resultados menos favoráveis, enquanto nos AC1 foi observado um desempenho clínico ineficiente. Segundo os autores, ainda que haja uma tendência na direção de procedimentos de aplicação simplificados, estes parecem induzir apenas à perda da efetividade clínica dos sistemas adesivos. Os adesivos AC2 com pH moderado, como o Clearfil SE Bond (Kuraray) por exemplo, foram os únicos sistemas simplificados, nesta revisão, que exibiram uma boa efetividade clínica em combinação com alguns benefícios técnicos, como a facilidade de manipulação e a redução da sensibilidade da técnica.

Gallo et al. (2005) testaram a performance clínica de resinas compostas posteriores diretas, utilizando dois sistemas adesivos que sofrem condicionamento ácido total, um CAT3 e outro CAT2. Foram realizadas 62 restaurações Classe I e II, com metade delas sendo confeccionadas com o adesivo Gluma Solid Bond (Heraeus Kulzer), CAT3 e a outra metade com o adesivo Gluma Comfort Bond (Heraeus Kulzer), CAT2. A resina composta utilizada para

restaurar, de forma direta, as cavidades foi a Solitaire 2 (Heraeus Kulzer). Todas as restaurações foram avaliadas no dia da restauração, 6 meses, 1 ano e após 2 anos. A avaliação estatística constatou que após 2 anos não foram achadas diferenças significativas entre os sistemas avaliados

Inoue et al. (2005) avaliaram a estabilidade hidrolítica de adesivos AC2. Foram selecionados 3 adesivos: Clearfil Megabond, conhecido fora do Japão como Clearfil SE Bond (Kuraray), que contém o monômero 10-MDP; Unifil Bond (GC), que contém o monômero 4-META; e Clearfil Liner Bond (Kuraray), que contém o monômero fenil-P. Quarenta e quatro terceiros molares humanos foram utilizados neste estudo. O esmalte oclusal foi removido através de um corte com um disco diamantado em uma máquina de cortes Isomet (Buehler). Uma lama dentinária padronizada foi criada com uma lixa de granulação 600. Após a aplicação de cada um dos sistemas adesivos, de acordo com as instruções do fabricante, foi confeccionada uma restauração direta com resina composta Z100 (3M ESPE), com uma altura de 5mm-6mm. Após armazenagem durante a noite à 37°C, cada dente foi preparado para o teste de microtração, sendo cortado para a confecção dos filetes, com uma área da interface em torno de 1mm. Os filetes foram deixados intocados ou foram submetidos à termociclagem (60s de imersão, alternadamente, de 5°C a 55°C) durante 10.000, 20.000, 30.000, 50.000 ou 100.000 ciclos. Os filetes foram, então, testados sob uma velocidade de cruzeta de 1mm/min. O adesivo que contém 10-MDP foi o único que não diferiu, estatisticamente, após 100.000 ciclos. Os achados deste estudo, segundo os autores, suportam o conceito de que a durabilidade da adesão à dentina é dependente da estabilidade hidrolítica do monômero funcional propriamente dito, e de suas interações com o substrato dentinário. O sistema adesivo que contém 10-MDP se une à hidroxiapatita e se mantém no lugar, resultando em uma distinção menor do efeito da desmineralização. Mesmo após 100.000 ciclos as secções manchadas pelo corante mostraram cristais de hidroxiapatita dentro da camada híbrida submicrométrica. Este fenômeno indica que a resina parece infiltrar a dentina parcialmente desmineralizada muito bem, mantendo cristais de hidroxiapatita ao redor das fibrilas colágenas, e prevenindo desta forma que as

mesmas fossem coradas. Manter a hidroxiapatita ao redor do colágeno pode proteger melhor o mesmo, da hidrólise, bem como à degradação do adesivo.

Breschi et al. (2008) discutiram criticamente as últimas revisões a respeito da formação, envelhecimento e estabilidade da interface adesiva. A maioria dos adesivos simplificados apresentou menor durabilidade, enquanto os adesivos CAT3 e AC2 atingiram as performances mais altas, como já foi comprovado pela grande maioria dos estudos. Em outras palavras, segundo os autores, a simplificação dos procedimentos clínicos é realizada em detrimento da eficácia da adesão. A força de adesão e a durabilidade parecem se basear na qualidade da camada híbrida, ao invés da espessura ou morfologia da mesma e dos prolongamentos resinosos. A maioria dos sistemas adesivos presentes no mercado produz uma resistência de união inicial, que permite ao clínico realizar procedimentos de adesão à estrutura dental sem o uso de preparos retentivos. Atualmente, existe uma maior preocupação com o envelhecimento da interface adesiva devido à degradação da camada híbrida, relacionada à sorção de água, hidrólise da resina e rompimento da rede colágena.

2.1.2 Cimentos resinosos

Donovan e Cho (1999) revisaram as possibilidades de materiais para cimentação de restaurações indiretas, e a capacidade das propriedades físicas de predizer o desempenho clínico a longo prazo. Os autores discutiram a necessidade de estudos clínicos padronizados para definir a seleção de cimentos dentais. Por fim, compararam as propriedades físicas além das indicações e contra-indicações. As propriedades físicas superiores dos cimentos resinosos incluem a resistência à tração diametral e compressão aumentada, ausência de solubilidade, adesão à estrutura dental e o potencial de reforçar o elemento dental enfraquecido. Cimentos resinosos e cimentos de ionômero de vidro reforçados por resina

(CIVRM) parecem reduzir, consideravelmente, a microinfiltração, quando comparados com o cimento de fosfato de zinco. A resistência dos cimentos, geralmente, é comparada utilizando parâmetros como resistência compressiva e resistência à tração diametral, sendo que o segundo é mais importante em relação à *performance* clínica. Em ambos os testes, o cimento resinoso se mostra consideravelmente mais resistente, embora seja lícito frisar que esta diferença se mostra mais relevante em casos de preparos com formas inadequadas ou não retentivas. A cimentação de uma restauração indireta é o passo final de uma série de manipulações clínicas e laboratoriais e erros, realizados neste procedimento, podem afetar significativamente a durabilidade da restauração. Os autores concluíram que as propriedades físicas, embora muito importantes, não deveriam determinar qual cimento deve ser escolhido em cada situação. Os estudos clínicos devem receber a maior ênfase no momento da escolha do agente cimentante.

Diaz-Arnold; Vargas; Haselton (1999) realizaram uma revisão dos agentes cimentantes disponíveis, discutindo vantagens e desvantagens e apresentando as indicações para seu uso. O sucesso clínico de uma prótese fixa é fortemente dependente do procedimento cimentante. O cimento ideal deve funcionar como uma barreira contra a infiltração bacteriana, selando a interface entre o dente e a restauração, mantendo-os unidos por alguma forma de embricamento, que pode ser mecânico, químico ou uma combinação de ambos os métodos. Um adesivo ideal é aquele que provê uma adesão durável entre materiais diferentes, possuindo resistência compressiva e favorável à tração e apresentando resistência à fratura suficiente para prevenir um deslocamento, como resultado de falhas coesivas ou interfaciais. Nenhum cimento é ideal para todas as situações e, alguns deles, requerem passos múltiplos e tecnicamente sensíveis. Cimentos resinosos são variações de resina BIS-GMA com carga e outros metacrilatos. Eles sofrem a polimerização através de uma iniciação química, foto, ou uma combinação das duas. A sua química lhe permite aderir a diversos substratos dentais. Os cimentos resinosos aumentam a resistência à fratura do material cerâmico que puder ser condicionado e silanizado. A maioria dos cimentos

resinosos possui entre 50% e 70% de carga inorgânica (peso), com vidro ou sílica. Eles exibem resistência à fadiga e são, virtualmente, insolúveis no meio oral. A carga concede ao material uma resistência ao desgaste, superior em relação ao CIV e ao cimento de fosfato de zinco.

Attar; Tam; McComb (2003) propuseram comparar a resistência flexural, o módulo de elasticidade, a radiopacidade e o pH de 5 categorias de agentes cimentantes. Os cimentos foram: um fosfato de zinco (Flecks, Keystone/Mizzy); um CIV (Fuji I, GC); um CIVRM (Rely X Vitremer); dois cimentos resinosos duais (Rely X ARC e Resin Cement, 3M ESPE) polimerizados ou não polimerizados e um cimento resinoso autopolimerizável (C&B, Bisco). A resistência flexural e o módulo de elasticidade foram mensurados após 24h e 3 meses (n = 8). O pH foi mensurado, imediatamente, após a mistura e após 1min, 5min, 15min, 30min; e após 1h, 2h, 4h, 6h, e 24h (n = 4). Os cimentos resinosos mostraram maior resistência flexural do que qualquer outro material testado (64MPa a 97MPa contra 7MPa a 27MPa). O fosfato de Zinco e o CIV foram os mais acídicos, logo após a utilização, e, os menos acídicos, após 24h. Dentro das limitações do estudo, os autores concluíram que os cimentos resinosos duais testados, apresentaram a melhor combinação de propriedades físicas e mecânicas, baixa acidez inicial e adequada radiopacidade. A fotopolimerização destes materiais é fundamental para maximizar a resistência e a rigidez dos mesmos.

2.1.3 Técnicas de cimentação

Pashley et al. (1992) avaliaram a capacidade de restaurações provisórias permitirem o aumento da microinfiltração de bactérias e seus produtos sobre preparos de coroas totais, em comparação às restaurações definitivas. Abordaram que uma possibilidade para a resolução do problema da infiltração bacteriana seria o selamento da dentina com agentes adesivos, imediatamente, após o

término do preparo. Neste estudo foram testados 6 diferentes sistemas adesivos, quanto à sua capacidade de prover o selamento dentinário de preparos para coroas totais em dentes humanos *in vitro*, utilizando duas técnicas independentes. Na primeira foi quantificada a filtração de fluido através da dentina, antes e depois do tratamento com sistemas adesivos, após 1h, um dia, uma semana, e um mês; e após termociclagem. No segundo método foi mensurada a penetração do nitrato de prata após a utilização dos sistemas adesivos na dentina. Ambos os métodos correlacionaram-se. Os melhores selamentos foram obtidos com o Prisma Universal Bond 2 (Dentsply) ou o Superbond pó mais líquido (Sun Medical). Os piores selamentos ocorreram com o uso dos sistemas Gluma (Columbus Dental) e Superbond, apenas líquido (Sun Medical). Os adesivos Clearfil Photo Bond (Kuraray), Amalgambond (Parkell Products) e Scotchbond 2 (3M Dental Products) obtiveram resultados intermediários. Os autores concluíram que, embora os agentes adesivos tendam a se acumular em regiões de chanfro aumentando a sua espessura a até 200µm-300µm, o método de selamento da dentina com sistemas adesivos, logo que se conclua o preparo, parece promissor, como um meio simples de proteção pulpar frente às conseqüências da microinfiltração.

Bertschinguer et al. (1996) estudaram o efeito de uma aplicação dupla do sistema adesivo na resistência de união por cisalhamento à dentina. Entre as aplicações do sistema adesivo foi utilizado um cimento temporário nas amostras. Noventa e seis terceiros molares humanos foram utilizados no estudo, com a manutenção da pressão intrapulpar e a simultânea exposição das amostras à termociclagem. Os dentes foram divididos em grupos de 8. Os molares foram preparados para que a dentina fosse exposta de forma plana. Foram utilizados 4 sistemas de cimentação: All Bond 2/Porcelite U (Bisco/Kerr); ART Bond/Porcelite U (Coltène-Whaledent/Kerr); Syntac/Dual Cement (Vivadent); P-Bond/Porcelite U (Universidade de Zurique/Kerr). Antes da utilização de cada um dos 3 cimentos temporários testados (Temp Bond, Kerr; Freegenol, GC International e Fermit, Demetron) os dentes receberam a primeira camada de sistema adesivo, que foi fotopolimerizada. Os cimentos temporários permaneceram sobre a dentina por

24h. Após este tempo eles foram removidos com uma cureta, e a superfície dentinária foi limpa com um cotonete com uma pasta de pomes não fluoretada por 10s. Com isso, o trabalho totalizou 12 grupos de 8 dentes cada (4 sistemas de cimentação e 3 cimentos temporários). Após a limpeza do cimento temporário, uma segunda camada de adesivo foi colocada seguindo as instruções do fabricante, sendo seguida pela inserção do cimento resinoso, que foi colocado sobre a dentina, no interior de tubos de silicone de 3mm de diâmetro x 3mm de altura, gerando cilindros padronizados de cimento resinoso com uma área de união definida para o teste de cisalhamento. As amostras foram submetidas a 1500 ciclos térmicos (5°C / 55°C) durante 50h, com um tempo de interrupção de 30s em cada banho de água. Os resultados deste estudo foram comparados com os do estudo de Paul; Schaerer (1995), o qual cedeu os resultados de controle, ou seja, amostras que receberam apenas uma aplicação de sistema adesivo no momento da cimentação, após a aplicação do cimento temporário. Comparado com a aplicação única de sistemas adesivos após a aplicação do Temp Bond (Syntac = 0,86MPa ± 1,75; ART Bond = 0,26MPa ± 0,47MPa; P-Bond = 14,9MPa ± 4,51MPa), a colocação de uma camada adicional de sistema adesivo, previamente, ao uso do Temp Bond foi significativamente benéfica (Syntac = 13,36 ± 4,7; ART Bond = 16,34 ± 5,02; P-Bond = 19,04 ± 2,01). Independente do cimento temporário, os valores após a aplicação do P-Bond foram significativamente maiores, mas todavia não diferiram, estatisticamente, da aplicação do mesmo sobre dentina intacta (18,19MPa ± 2,29MPa). A única exceção dos achados foi o All Bond 2, que apresentou valores baixos em todos os grupos testados. Os autores concluíram que para procedimentos de cimentação adesiva, uma aplicação dupla de ART Bond, Syntac ou P-Bond, com o uso intermediário do Temp Bond, parece ter um efeito benéfico sobre a resistência de união em superfícies dentinárias.

Paul e Scharer (1997A) citaram a possibilidade da obtenção de valores de adesão superiores, quando uma técnica de aplicação dupla do sistema adesivo for realizada, ou seja, o adesivo é aplicado, imediatamente, após o preparo e uma segunda vez previamente à cimentação. Segundo os autores, a utilização de um

cimento temporário, com ou sem eugenol, diminui, consideravelmente, a força de adesão do sistema adesivo à dentina, se uma técnica convencional de cimentação for utilizada, que seria o uso de sistemas adesivos somente no momento prévio à cimentação definitiva. Os autores demonstraram o passo-a-passo clínico da técnica, utilizando o sistema adesivo ART Bond (Coltène-Whaledent). São citadas as seguintes vantagens deste procedimento: aumento da resistência adesiva da dentina, que é capaz de resistir às forças de contração durante a polimerização das resinas; há uma redução na sensibilidade pós-operatória; a remoção do cimento temporário, bem como a de remanescentes de eugenol, é mais facilmente conseguida do que com a limpeza convencional do preparo; um tempo mínimo de trabalho clínico adicional é necessário.

Frankenberger et al. (1999) compararam a resistência de união dentinária e a adaptação marginal de restaurações diretas e indiretas. Um teste de cisalhamento por extrusão (corpo-de-prova com 2mm de diâmetro) foi confeccionado para que a contração de polimerização pudesse ser considerada, além de facilitar o assentamento da restauração cerâmica do tipo *inlay*. Dois sistemas adesivos de terceira geração, sem condicionamento ácido total, mas com um primer autocondicionante (ART Bond, Coltène Whaledent e Syntac, Vivadent); um sistema adesivo CAT3 (Scotchbond Multipurpose Plus, 3M Dental Products); e dois adesivos CAT2 (Syntac Single Component, Vivadent e Prime & Bond 2.1, DeTrey/Dentsply) foram utilizados em combinação com um compósito híbrido (Tetric, Vivadent) ou um cimento resinoso dual (Variolink Low, Vivadent). Após o preparo para o teste, os dentes foram cobertos com um cimento temporário (Provipont, Vivadent) (grupos que receberam restaurações diretas). Sessenta dentes (molares humanos) foram preenchidos com uma resina composta direta (Tetric), após a aplicação de cada um dos sistemas adesivos. Todos os adesivos foram polimerizados, previamente, à inserção da resina composta. Mais 60 dentes foram tratados exatamente da mesma forma, com exceção da polimerização do sistema adesivo, nesse caso, nenhum foi polimerizado, previamente, à inserção da resina composta. Os grupos controle não utilizaram adesivos. O compósito foi fotopolimerizado por 60s (400mW/cm², Elipar II, ESPE)

pelos dois lados. A segunda fase do experimento consistiu em restaurar as cavidades com *inserts* de cerâmica IPS Empress pré-fabricados (Cerafil, Komet), para simular uma restauração indireta. Nestes grupos não foi utilizado nenhum tipo de cimento temporário. As paredes das cavidades foram preparadas, exatamente, da mesma forma que o método direto, 60 dentes em que os adesivos foram fotopolimerizados antes da colocação do cimento resinoso e outros 60 dentes nos quais os adesivos não foram, previamente, fotopolimerizados. A fotoativação também seguiu o mesmo padrão do teste em restaurações diretas. As amostras sofreram termociclagem (1150 ciclos, 5°C a 55°C, com 15s entre os banhos). Após a ciclagem, réplicas foram produzidas para a análise da adaptação marginal. No microscópio óptico foram observadas a espessura do adesivo (nas *inlays*) e a maior espessura de adesivo (nas cavidades restauradas de forma direta). Cada amostra foi analisada com uma magnificação de 40X. As réplicas, também, foram analisadas no microscópio eletrônico de varredura (MEV), que observou as interfaces com uma magnificação de 200X. A pré-polimerização do adesivo produziu valores de resistência de união mais altos, independente da combinação do material ou do modo de inserção ($p < 0,05$). A espessura da interface adesiva nas *inlays*, com o adesivo pré-fotopolimerizado, foi maior do que no grupo em que não houve a pré-ativação do adesivo ($p < 0,05$). Nos grupos em que foi realizada a pré-polimerização, mais de 60% dos discos apresentaram fraturas coesivas, ocorrendo o completo esmagamento dos discos de dentina. Embora, significativamente, piores do que as pré-polimerizadas, as *inlays* que não sofreram a pré-cura apresentaram resultados, estatisticamente, iguais às restaurações diretas pré-polimerizadas. Os espaços ocupados pela interface adesiva (*inlays*) em restaurações, onde o adesivo foi pré-polimerizado foram maiores do que 100 μ m. Segundo os autores, estes resultados sugerem que com a técnica de pré-fotopolimerização do adesivo, a *inlay* cerâmica não pode ser assentada na sua posição final, especialmente se há um empocamento do adesivo, que é imperceptível antes da polimerização. A aplicação do adesivo CAT2 foi em duas camadas, gerando, apesar de ser um sistema de frasco único, o aparecimento de interfaces adesivas maiores do que 100 μ m. Conseqüentemente, segundo os autores, a fotoativação prévia do adesivo à colocação do cimento não

pode ser recomendada na prática clínica. Além disso, os resultados de força de adesão e adaptação marginal dos sistemas em que o adesivo não foi fotopolimerizado foram, também, encorajadores.

Magne e Douglas (1999) propuseram investigar o princípio da biomimética em facetas de porcelana, ou em outras palavras, avaliar a extensão à qual uma restauração pode imitar a integridade estrutural e biomecânica do dente original. Utilizando um procedimento de cimentação otimizado, esperou-se que as facetas de porcelana apresentassem estas características, ainda que fossem aderidas a uma superfície dentinária extensa. Foram utilizados incisivos centrais superiores (cada grupo $n = 6$). As facetas de porcelana cimentadas foram avaliadas utilizando cargas funcionais e termociclagem, com relação a dois parâmetros: a rigidez coronal (investigada utilizando calibradores de tensão experimentais e análise de elemento finito) e a morfologia da interface dente-restauração (através do MEV). Dois modos diferentes de aplicação do mesmo sistema adesivo (Optibond FL, Kerr) foram testados: o método tradicional (o sistema adesivo foi aplicado no momento da cimentação), e o método alternativo (o sistema adesivo foi aplicado e fotopolimerizado antes da moldagem da faceta). As facetas foram cimentadas com um compósito fotopolimerizável (Herculite Incisal LT, Kerr). O MEV mostrou que a aplicação tradicional do sistema adesivo estava associada às falhas adesivas entre a camada híbrida e a resina de cimentação, enquanto interfaces intactas e contínuas foram obtidas com o novo método de aplicação, utilizando o mesmo sistema adesivo. Os resultados deste estudo, segundo os autores, definitivamente são a favor do comportamento biomimético das facetas de porcelana cimentadas com a técnica otimizada de aplicação do sistema adesivo, porque esta modalidade de tratamento possibilita a recuperação do comportamento mecânico e microestrutural do dente intacto.

Hahn et al. (2000) investigaram os efeitos de diferentes procedimentos de cimentação no assentamento apropriado e no selamento marginal de restaurações cerâmicas de leucita do tipo *inlays* (IPS Empress, Vivadent). Foram confeccionadas 60 cavidades MOD em terceiros molares humanos, que foram distribuídos em 4 grupos. No grupo controle 1, a superfície das cavidades foram

tratadas com sistemas adesivos para esmalte e dentina (Syntac Heliobond, Vivadent); a cerâmica foi cimentada na cavidade e fotopolimerizada. No grupo 2, o sistema adesivo foi fotopolimerizado, previamente, à inserção da cerâmica e após o assentamento. No grupo 3, as *inlays* foram cimentadas sem o adesivo no esmalte (Syntac, Vivadent). No grupo 4, as *inlays* foram cimentadas utilizando um adesivo CAT2 (Prime & Bond 2.0, De Trey/Dentsply), que sofreu a pré-polimerização. A infiltração do corante ocorreu após 80 dias de armazenamento em saliva artificial. Os grupos em que não foi realizada a pré-polimerização do sistema adesivo exibiram o menor espaço de cimentação. Contudo, a utilização do adesivo polimerizado, antes da inserção do cimento, reduziu a microinfiltração marginal.

Frankenberger; Petschelt; Kramer (2000) avaliaram o desempenho clínico de 96 restaurações cerâmicas dos tipos *inlays* e *onlays* (IPS Empress, Vivadent), com algumas delas sendo substituição de cúspides e margens abaixo da JCE. Seis dentistas cimentaram 96 restaurações em 34 pacientes. A cimentação foi realizada utilizando a técnica do condicionamento ácido apenas no esmalte, com um adesivo autocondicionante para a dentina (Syntac Classic, Vivadent) e 4 diferentes resinas (Dual Cement, Variolink Low, Variolink Ultra e Tetric) (todas Vivadent). A polimerização foi realizada por 120s em diferentes posições (40s por direção). A taxa de falha foi de 7%.

Mak et al. (2002) compararam através do teste de resistência de união por microtração e de análise fractográfica, 4 sistemas de cimentação resinosos: All Bond 2/Choice (Bisco)(AC); Single Bond/Rely X ARC (3M ESPE)(RX); Super-Bond C&B (Sun Medical)(SB); e Panavia F (Kuraray)(PF). Os materiais foram testados através da cimentação de uma resina indireta à dentina. Um disco diamantado acoplado a uma máquina de corte (Isomet, Buehler) foi utilizado para expor as superfícies oclusais dentinárias lisas e profundas de 18 terceiros molares humanos. A resina indireta utilizada foi uma híbrida termo e fotopolimerizável, formulada pela empresa Bisco para o experimento, com espessura de 3mm e possuindo tamanho compatível com o dente a ser testado. No grupo AC foi utilizado um adesivo CAT3 (All Bond 2), de maneira que o primer foi

fotopolimerizado e o adesivo não, previamente à colocação do cimento resinoso. No grupo RX, um adesivo CAT2 (Single Bond) foi fotopolimerizado previamente à inserção do cimento. Nenhum cimento resinoso foi fotopolimerizado, sendo testado somente na sua função química. As amostras foram preparadas para serem cortadas após 24h de armazenamento em água destilada. Foram realizados os cortes para microtração em uma máquina Isomet (Buehler), com a obtenção de filetes compósito/dentina de 0,9mm x 0,9mm. Cada grupo apresentou 3 dentes e cada dente gerou entre 22 e 27 filetes, sem falhas prematuras para nenhum deles. Os palitos foram testados em uma máquina universal Instron (modelo 4440; Instron Inc.), sob uma velocidade de cruzeta de 1mm/min. Todos os filetes foram avaliados em MEV. A análise estatística demonstrou diferença ($p < 0,05$) entre os grupos no teste de resistência de união por microtração e na análise do modo de fratura. Os dois grupos com maior resistência adesiva (AC e RX) falharam, predominantemente, ao longo da interface cimento/resina indireta. Falhas coesivas do cimento resinoso foram, primariamente, observadas no grupo SB, que exibiu valores intermediários de resistência de união. No grupo PF, que obteve os valores mais baixos de resistência adesiva, as falhas ocorreram em sua maioria ao longo da superfície dentinária. Os autores concluíram que a adesão entre o compósito indireto e o cimento resinoso foi o elo mais fraco da união em restaurações indiretas de resina cimentadas com AC ou RX. O Panavia F é menos confiável quando utilizado em conjunto com o ED Primer, um primer autocondicionante que acompanha o *kit* do material, para cimentar restaurações indiretas.

Furukawa; Inai; Tagami (2002) avaliaram os efeitos da espessura e a adesão de 3 cimentos resinosos (Panavia F, Clerafil DC Cement, Clearfil DC Core, Kuraray), em relação a resistência à fratura de resinas compostas indiretas aderidas à dentina. Um disco de resina composta (Estenia, Kuraray) utilizado para restaurações indiretas foi cimentado a um disco de dentina bovina, utilizando 3 tipos de cimentos resinosos, com vários procedimentos adesivos. As táticas de cimentação foram planejadas em 5 grupos, que foram subdivididos em 3 grupos, de acordo com a espessura do cimento resinoso (50 μ m, 100 μ m e 500 μ m).

A espessura do cimento resinoso e a do disco de resina composta foi alterada, simultaneamente, à manutenção de uma espessura total do espécime em 2mm. As amostras preparadas foram então armazenadas em água a 37°C por 24h e então cortados, alcançando um tamanho de 2mm x 2mm x 8mm. Os espécimes cortados foram submetidos ao teste de resistência à fratura de 3 pontos. A resistência adesiva por tração de cada procedimento foi mensurada e uma correlação com a resistência à fratura foi avaliada. Os grupos do Clearfil DC Core e Clearfil DC Cement foram subdivididos em 2 grupos. Em um, os adesivos (Clearfil Liner Bond 2V e Clearfil Photo Bond, Kuraray) foram fotopolimerizados antes da aplicação do cimento, e no outro o sistema adesivo foi polimerizado, apenas, após a colocação do cimento resinoso e da resina indireta. Para o grupo do Clearfil DC Core, a fotoativação do sistema adesivo, previamente, à cimentação melhorou a resistência de união. Já, em relação ao grupo do Clearfil DC Cement, a não polimerização do adesivo, antes da aplicação do cimento, proporcionou um aumento da resistência adesiva, em comparação com a técnica recomendada pelo fabricante. Os autores chegaram à conclusão que a resistência à fratura é afetada pela resistência adesiva. O efeito da espessura do cimento resinoso na resistência à fratura foi insignificante. Quando uma restauração indireta é cimentada a uma estrutura dental, a adesão do cimento resinoso ao dente é muito importante para a resistência à fratura do compósito indireto. A união dos substratos deve se comportar como uma unidade, incluindo dente, cimento e restauração indireta. Foi sugerido que restaurações indiretas de alta performance são possíveis, se um cimento resinoso que tenha alta força de união à dentina e à cerâmica, e excelentes propriedades mecânicas for utilizado, suplantando o papel da espessura e da adaptação das restaurações.

Kitasako et al. (2002) testaram a durabilidade da resistência adesiva dentinária à tração quando a técnica do “revestimento com resina” foi aplicada por um período superior a 3 anos. Esta técnica consiste na utilização de um sistema adesivo e uma resina de baixa viscosidade, previamente, à moldagem e à contaminação pelos cimentos temporários. Dez dentes bovinos foram testados para resistência à tração, com cada um dos seguintes cimentos resinosos:

Clearpel DC (Kuraray), com a técnica do “revestimento com resina”, utilizando um compósito de baixa viscosidade (Protect Liner F, Kuraray) (CDRC), Panavia 21 (Kuraray) (PA21), e Superbond C & B (Sun Medical) (SBCB). Os espécimes foram avaliados após 1 dia, 6 meses, 1 ano, e 3 anos. Após 3 anos, a resistência adesiva de todos os cimentos resinosos foi significativamente menor, em relação aos demais períodos avaliados, com exceção de um ano após ($p < 0,05$). Não houve diferença significativa na média da resistência de união entre os grupos CDRC e SBCB ($p > 0,05$). Diferenças significativas foram observadas entre o grupo SBCB e os outros materiais após 1 ano ($p < 0,05$) e entre PA21 e os outros materiais após 3 anos ($p < 0,05$). A metodologia deste estudo não utilizou restaurações provisórias, de maneira que os 3 materiais foram utilizados, imediatamente, antes da cimentação definitiva. O material de cobertura dos cimentos foi um bloco de resina composta (Clearfil CR Inlay, Kuraray), com aproximadamente 15mm de comprimento e 4mm de diâmetro, que foi cimentada, perpendicularmente, à superfície do dente. Em 78% das falhas mostraram padrão A (falha coesiva dentro do cimento resinoso) ou B (falhas adesivas parciais, onde remanescentes de resina permaneceram retidos à superfície dental).

Dietschi et al. (2002) observaram neste estudo, *in vitro*, a influência do tipo de adesivo e da espera entre a colocação do adesivo e a inserção da resina composta, em relação à adaptação marginal. Foram realizadas restaurações Classe II MOD em terceiros molares humanos hígidos ($n = 8$ por grupo), de maneira que as margens proximais foram preparadas 1mm acima ou 1mm abaixo da JCE. Todas as cavidades foram preenchidas com uma técnica incremental horizontal, imediatamente, após a inserção do adesivo (IP) ou após 24h (DP). Os sistemas adesivos utilizados foram: um com carga, CAT3 (Optibond FL, Kerr) (OB) e um sem carga, CAT2 (Prime & Bond 2.1, Dentsply) (PB). A adaptação marginal foi testada antes e após de cada fase da ciclagem mecânica (250.000 ciclos à 50N, 250.000 ciclos à 75N e, 500.000 ciclos à 100N). A adaptação interna foi observada após o término do teste. Réplicas de resina chapeadas a ouro foram analisadas no MEV, e com isso a qualidade da restauração foi avaliada em porcentagem de continuidade (C) nas margens, e dentro da interface interna,

após a secção das amostras. A adaptação ao esmalte biselado mostrou-se satisfatória em todos os grupos. Após a ciclagem, a adaptação à dentina gengival degradou mais em PB-IP (C = 55,1%) do que em PB-DP (C = 86,9%), ou em relação à OB-DP (C = 89%). Um número, percentualmente, maior de defeitos internos foi observado nas amostras de PB (IP: C = 79,2% e DP: C = 86,3%), quando comparadas com os espécimes de OB (IP: C = 97,4% e DP: C = 98,3%). O sistema adesivo particulado (OB) produziu uma melhor adaptação em relação ao adesivo de frasco único (PB). Teoricamente, a camada formada pelo adesivo em um frasco separado gerou uma absorção de estresses durante a inserção e polimerização da resina composta e suas camadas, limitando o desenvolvimento de falhas adesivas. Os autores concluíram que a adaptação à dentina foi melhor após a espera entre a inserção do adesivo e a colocação dos incrementos de resina composta, mostrando que a resistência da interface adesiva à polimerização e aos estresses funcionais não é ótima, imediatamente, após a polimerização do sistema adesivo.

Mota et al. (2003) testaram a resistência de união à tração de 4 sistemas de cimentação à dentina em esmalte bovinos. Quarenta dentes bovinos recém-extraídos foram utilizados na pesquisa. Vinte dentes foram lixados com lixas de diferentes granulações até expor o esmalte plano e 20 dentes receberam o mesmo tratamento com o objetivo de expor a dentina plana. Os dentes foram divididos em 8 grupos (n = 5), com 4 grupos aderidos ao esmalte e 4 grupos aderidos à dentina. Os materiais utilizados foram: Single Bond/Rely X ARC (3M ESPE)(RX); Prime & Bond 2.1/Enforce (Dentsply); Single Bond/Resin Cement(3M ESPE)(RC); e Nexus/Nexus (Kerr). Nos grupos em que os adesivos Single Bond e Prime & Bond 2.1 foram utilizados, estes foram fotopolimerizados, previamente, à colocação do respectivo cimento resinoso. Já no caso do adesivo do sistema Nexus, ele foi mantido não polimerizado antes de inserção do cimento. Os testes foram realizados em uma máquina universal Instron (modelo 8501, Instron Corp.), sob uma velocidade de cruzeta de 0,5mm/min. As áreas de fratura foram analisadas com um microscópio óptico com aumento de 40X. Após a análise estatística constatou-se diferença significativa nos substratos ($p < 0,001$) e nos materiais ($p <$

0,05). Os valores obtidos em dentina, dos grupos RX ($9,6 \pm 1,8$), RC ($9,3 \pm 0,9$) e Enforce ($7,8 \pm 2,9$) foram, estatisticamente, superiores ao atingido pelo Nexus ($3,5 \pm 0,8$). Ao realizar as análises de fratura, os autores constataram que a maioria das amostras exibiram falhas coesivas do cimento resinoso, com exceção do Nexus, onde a predominância das falhas se deu entre a dentina e o adesivo.

Ozturk e Aykent (2003) estudaram a resistência adesiva dentinária de 2 sistemas de *inlays* cerâmicas, após a cimentação com 3 técnicas diferentes e um sistema adesivo. Cento e vinte molares humanos recém extraídos foram armazenados em solução salina à temperatura ambiente. Preparos Classe I padronizados foram realizados em todos os dentes. Cada preparo teve um comprimento de 6mm, largura de 3mm, profundidade de 2mm, com 6° de convergência das paredes. Os dentes foram divididos em 2 grupos, de 60 dentes cada, para avaliar 2 sistemas cerâmicos, Ceramco II (Ceramco) (Grupo I) e IPS Empress 2 (Ivoclar-Vivadent) (Grupo II). Cada um dos grupos foi, posteriormente, dividido em 3 técnicas de cimentação, cada uma com 20 dentes (Grupo I A,B e C e Grupo II A,B e C). Os Grupos IA e IB e os Grupos IIA e IIB utilizaram o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray) (DBA) e o cimento resinoso Panavia F (Kuraray). Os Grupos IC e IIC serviram de controle e utilizaram o cimento Panavia F sem o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2V, mas com o kit do cimento (ED Primer). Nos Grupos IA e IIA, o DBA foi aplicado, imediatamente, após o término do preparo (D-DBA) e antes da cimentação. A moldagem das cavidades foi realizada e as restaurações do tipo *inlays* cerâmicas foram confeccionadas de acordo com as instruções do fabricante. Nos Grupos IB e IIB, o DBA foi aplicado, imediatamente, antes da cimentação da *inlay* (I-DBA). Os Grupos IC e IIC utilizaram o ED Primer no momento da cimentação, antes da aplicação do cimento resinoso (No-DBA). Após a cimentação, os espécimes foram armazenados por 24h em água destilada à 37°C. Os dentes foram seccionados para o teste de microtração, obtendo palitos de 1,2mm x 1,2mm. Cada grupo teve 60 palitos avaliados, já que foram selecionados 15 palitos por dente. Os padrões de fratura foram analisados com microscópio óptico com aumento de 22X. Não houve diferença significativa entre os sistemas cerâmicos. Já a comparação entre

técnicas mostrou que a resistência adesiva da D-DBA obteve uma média ,significativamente, superior ($40,27\text{kg} \pm 8,55\text{kg}$) à encontrada na I-DBA ($30,20\text{kg} \pm 6,78\text{kg}$) e à No-DBA ($32,43\text{kg} \pm 8,58\text{kg}$). Analisando amostras em MEV, foi notada uma camada híbrida mais espessa e distinta, além de prolongamentos resinosos maiores nos espécimes D-DBA, com relação aos demais. A maioria das falhas (353 de 360) foi adesiva na interface dente/resina. Apenas 7 espécimes apresentaram falha coesiva dentro da interface adesiva. A cimentação de *inlays* cerâmicas com a técnica D-DBA resultou em um aumento da resistência adesiva à dentina. Nos espécimes I-DBA e D-DBA, o sistema adesivo não foi fotopolimerizado quando utilizado, imediatamente, antes da cimentação e sim, juntamente com o cimento resinoso, sob a *inlay* cerâmica.

Jayasooriya et al. (2003A) avaliaram o efeito da técnica do “revestimento com resina”, que consiste em utilizar um sistema adesivo e uma resina de baixa viscosidade, utilizando o teste de resistência de união por microtração. Os objetivos do trabalho foram avaliar a resistência adesiva de um cimento resinoso à dentina em restaurações indiretas de resina composta, e comparar as resistências adesivas de restaurações de compósito diretas e indiretas. As superfícies oclusais de 35 pré-molares humanos foram removidas para se obter uma superfície dentinária plana. Os dentes foram divididos em 7 grupos. Para as restaurações indiretas, as superfícies dentinárias foram hibridizadas com os sistemas adesivos Clearfil SE Bond (Kuraray) (SE) ou o Single Bond (3M) (SB), com ou sem a presença sobre eles de uma posterior camada de resina de baixa viscosidade Protect Liner F (Kuraray) (PLF). Os dentes receberam uma restauração provisória (Cavity G, ESPE) por um dia e a restauração definitiva (Estenia, Kuraray) foi cimentada com o cimento resinoso Panavia F (Kuraray). No grupo controle, não houve nenhum tipo de tratamento prévio à temporização, e o compósito indireto foi cimentado com o Panavia F. Para restaurações diretas, tanto o SE quanto o SB foram aplicados à superfície dentinária, e toda a superfície foi construída com um compósito direto (Clerfil AP-X, Kuraray). Após 24h de armazenamento em água, o teste de microtração foi realizado. A resistência adesiva do cimento resinoso (Panavia F) à dentina aumentou

significativamente com o uso da técnica do “revestimento com resina”. A combinação do sistema adesivo mais a resina de baixa viscosidade promoveram uma resistência adesiva superior, com relação ao uso apenas do sistema adesivo. Ademais, a combinação do SE + PLF mostrou os maiores resultados de resistência adesiva em restaurações indiretas. Contudo, a resistência de união mais significativa foi encontrada quando SE e SB foram utilizados em associação com compósitos diretos. Segundo os autores, a resina de baixa viscosidade funciona aliviando estresses, já que seu módulo de elasticidade é maior do que o do adesivo e do cimento resinoso.

Jayasooriya et al. (2003B) analisaram a possibilidade da adaptação interna de restaurações do tipo *inlays* de compósito ser melhorada através da aplicação da técnica do “revestimento com resina”, aplicando o sistema adesivo e, sobre ele, uma camada de resina composta microparticulada de baixa viscosidade. Este procedimento foi realizado, imediatamente, após o preparo cavitário e previamente à moldagem. Foram realizadas 10 cavidades MOD em pré-molares humanos extraídos, de maneira que as margens gengivais estivessem localizadas sobre e sob a JCE. Um “revestimento com resina” consistindo de um sistema adesivo AC2 (Clearfil SE Bond, Kuraray) e uma resina microparticulada de baixa viscosidade (Protect Liner F, Kuraray) foi aplicado em metade da cavidade de cada dente preparado, enquanto a outra parte permaneceu como grupo controle, e não recebeu o “revestimento com resina”. Todos os dentes foram restaurados com *inlays* de resina composta indireta (Estenia, Kuraray) e cimentados com um cimento resinoso dual (Panavia F, Kuraray). As *inlays* sofreram termociclagem (entre 4°C e 55°C, por 400 ciclos). Os espécimes foram seccionados com um disco diamantado e as interfaces das restaurações foram observadas em MEV. A porcentagem do comprimento do espaço formado na interface dente/restauração dos dentes que receberam o “revestimento com resina” ($7,1 \pm 3,5\mu\text{m}$) foi, estatisticamente, menor do que a dos dentes do grupo controle ($85,7 \pm 6,7\mu\text{m}$). O conceito de “revestir” a cavidade preparada com um sistema adesivo e um compósito microparticulado de baixa viscosidade resultou na redução do

aparecimento de espaços internos na interface dente/restauração, em comparação com os espécimes que não receberam o “revestimento”.

Haller; Hassner; Moll (2003) estudaram a adaptação marginal de restaurações do tipo *inlays* de cerâmica vítrea reforçada por Leucita (Empress, Ivoclar Vivadent) à dentina, influenciada por diferentes sistemas de cimentação com diferentes modos de cura. Foram cimentadas 48 *inlays* Empress em cavidades Classe II. Dois sistemas adesivos de condicionamento ácido total, um CAT3 (Optibond FL, Kerr) e outro com 4 passos (Nexus, Kerr), além de um sistema adesivo autocondicionante, somente na dentina, AC2 (ART Bond, Coltène). No grupo do ART Bond houve uma subdivisão: em um grupo o adesivo foi fotoativado num primeiro momento da cimentação. Somente o conteúdo do frasco do adesivo foi deixado para ser fotopolimerizado após a inserção do cimento e da cerâmica; já no outro grupo, o adesivo foi aplicado normalmente, sem ser duplamente utilizado, todavia sem ser fotoativado também, como recomendação do fabricante. Uma resina composta Prodigy (Kerr) e 2 cimentos resinosos (Nexus, Kerr e Vita Cerec Duo Cement, Vita) foram utilizados no estudo. Os sistemas de cimentação avaliados foram os seguintes: Optibond FL/Prodigy; Optibond FL/Nexus; Nexus/Prodigy; Nexus/Nexus; ART Bond (sem pré-cura)/Prodigy; ART Bond (sem pré-cura)/Vita Cerec Duo Cement; ART Bond (pré-cura)/Prodigy; ART Bond (pré-cura)/Vita Cerec Duo Cement (n = 6). A integridade marginal foi avaliada antes e após da termociclagem. Após a análise estatística dos resultados foi constatado que a combinação técnica/sistema de cimentação influencia na adaptação marginal à dentina. Embora os grupos que utilizaram o ART Bond pré-polimerizado tenham apresentado taxas menores de infiltração de corante na dentina, não houve diferença estatística para os grupos em que foram utilizados o ART Bond sem pré-polimerização ou o Optibond FL. Cabe salientar que esta diferença aumentou após a termociclagem.

Nikaido et al. (2003) avaliaram o efeito da técnica de “revestimento com resina” na resistência adesiva por tração, da dentina à cimentos resinosos duais. Quatro cimentos resinosos foram utilizados neste estudo: Panavia F (Kuraray), Linkmax (GC), Bistite II (Tokuyama) e Rely X ARC (3M ESPE). Os materiais

foram utilizados com ou sem o revestimento do adesivo por uma resina composta de baixa viscosidade microparticulada (Protect Liner F, Kuraray, PLF). Para o estudo foram utilizados 80 dentes bovinos recentemente extraídos, que foram armazenados congelados. Um corte transversal foi realizado removendo uma parte da face oclusal dos dentes e expondo uma dentina superficial plana. A região foi lixada com uma lixa de granulação 600 sob água, para simular a criação de uma lama dentinária. O material utilizado como restauração indireta foi uma roda de resina composta fabricada separadamente (Estenia, Kuraray). Todos os adesivos foram fotopolimerizados previamente ao teste, independente de receberem ou não o revestimento de PLF. Os espécimes foram armazenados em água por um dia à 37°C, antes de serem testados. O padrão de fratura foi determinado por exame visual. As interfaces dentina/cimento foram analisadas em espécimes não testados, no MEV. Para os cimentos Panavia F e Linkmax, o revestimento com resina aumentou significativamente a força de união dos cimentos resinosos à dentina ($p < 0,05$). Já para os cimentos Rely X e Bistite II, não houve diferença em se realizar ou não o revestimento ($p > 0,05$). A maior força de união foi obtida da combinação do Panavia F com o Clearfil SE Bond e o PLF ($22,9\text{MPa} \pm 3,1\text{MPa}$). Para os grupos em que foi realizado o revestimento com resina, o padrão de fratura foi inconsistente, ao redor do material testado, raramente foi adesiva. No grupo do Rely X, embora não tenha havido diferença significativa na força de união, os espécimes, com ou sem revestimento com resina apresentaram padrões variáveis de fratura. Nos que não receberam o revestimento, a fratura foi comumente adesiva entre a dentina e o cimento resinoso. Já nas amostras que receberam o recobrimento com resina, a fratura normalmente foi entre a PLF e o cimento resinoso, o que sugere uma fraca união entre estes substratos. A técnica do “revestimento com resina” aumentou significativamente a adesão do cimento resinoso à dentina, quando precedida de uma ótima combinação entre o sistema adesivo com uma resina microparticulada de baixa viscosidade.

Carvalho et al. (2004) examinaram os efeitos de uma técnica experimental de adesão que reduz a permeabilidade da camada adesiva na associação com os

cimentos resinosos na dentina. Terceiros molares humanos tiveram os terços médios a profundos da superfície dentinária expostos, de maneira que a dentina ficasse plana. Foram construídas *overlays* de resina composta indireta com 3mm de espessura, e estas foram cimentadas às superfícies dentinárias utilizando-se os cimentos resinosos duais Panavia F (Kuraray) e Bistite II DC (Tokuyama), com os seus adesivos, AC1 e AC2, respectivamente. Os grupos experimentais foram preparados da mesma forma, com exceção de uma camada adicional de adesivo à base de resina de baixa viscosidade (Scotchbond Multi-Purpose, 3M ESPE). O adesivo adicional contém Bis-GMA, HEMA e iniciadores de amina, o que o torna compatível com resinas químicas ou duais. Esta camada foi inserida por sobre a dentina, após a aplicação do adesivo de cada cimento e antes da inserção do cimento resinoso. Antes da inserção dos cimentos resinosos, a camada adicional de adesivo hidrofóbico foi fotopolimerizada. As amostras de todos os grupos foram armazenadas à 37°C por um dia e, subsequentemente, preparadas para o teste de microtração. Foram obtidos filetes de aproximadamente 0,8mm², que foram testados sob uma velocidade de cruzeta de 0,5mm/min, em uma máquina universal (EMIC DL500, EMIC Ltda.). As superfícies fraturadas foram examinadas no MEV. Espécimes adicionais foram preparados e examinados com o TEM, utilizando a técnica do nitrato de prata. A análise estatística mostrou interação significativa entre materiais e protocolos de adesão ($p < 0,05$). Quando a adesão foi realizada de acordo com as instruções do fabricante, o Panavia F produziu uma resistência de união, significativamente, inferior à do Bistite II DC ($p < 0,05$). Contudo, a colocação de uma camada adicional de adesivo melhorou significativamente, a resistência adesiva do Panavia F ($p < 0,05$), mas não a do Bistite II DC ($p > 0,05$). A aplicação de uma camada adicional de adesivo reduziu a quantidade de impregnação de prata para ambos os adesivos, sugerindo que a redução da permeabilidade dos adesivos resultou numa melhor união dos cimentos resinosos à dentina. Segundo os autores, os resultados demonstraram que o adesivo AC1 ED Primer permite mudanças interfaciais induzidas pela água, que resultam numa diminuição da resistência de união cimento resinoso/dentina.

Coelho Santos; Navarro; McComb (2005) avaliaram a influência da técnica de aplicação do adesivo, pré-polimerizar (PC) *versus* não pré-polimerizar (NPC) o adesivo antes da colocação do cimento. Para isso realizaram o teste de resistência de união por microtração à dentina e analisaram a espessura da camada de adesivo em restaurações indiretas de resina composta. Quarenta terceiros molares humanos extraídos a no máximo três meses antes do estudo foram utilizados. Os dentes foram divididos em 10 grupos de 4 dentes cada, 3 dentes para o teste de microtração e 1 para a análise da espessura. Os grupos testados foram os seguintes: Excite DSC (Ivoclar-Vivadent)(NPC); Excite DSC (PC); IntegraBond (Premier Dental Products) (NPC); IntegraBond (PC); Optibond Solo Plus (Kerr) (NPC); Optibond Solo Plus (PC); Optibond Solo Plus Self-Etch (PC); Single Bond (3M ESPE) (PC); Scotchbond MP Plus (3M ESPE) (NPC); Syntac Classic (Ivoclar-Vivadent)(NPC). Os dentes receberam preparos MO para restaurações do tipo *inlays*. As *inlays* foram construídas com resina composta Tetric-Ceram (Ivoclar-Vivadent) e cimentadas, todas elas, com o cimento resinoso dual Variolink II (Ivoclar-Vivadent). Foi aplicada uma força de 5kg sobre a superfície oclusal das *inlays* durante o assentamento. O cimento resinoso foi fotopolimerizado por 40s em cada face (Vestibular, Lingual, Mesial e oclusal), totalizando 160s. As amostras foram armazenadas em água destilada por um dia, à 37°C. Os dentes foram seccionados para produzir diversos filetes para o teste de microtração, realizado sob uma velocidade de cruzeta de 0,5mm/min. Foram avaliados 10 palitos por dente, totalizando 30 palitos por grupo. Para o teste da espessura de película, 10 dentes adicionais foram restaurados e seccionados mesio-distalmente. A espessura do adesivo foi avaliada pelo SEM, sob uma magnificação de 100X, em áreas pré-selecionadas. Os valores de microtração variaram de 11,7MPa \pm 4,5MPa à 43,4MPa \pm 9,8MPa. Os efeitos da pré-polimerização do adesivo foram dependentes de cada material. Não foi possível observar camada híbrida nos grupos não pré-polimerizados. A espessura dos adesivos variou, de acordo com a área analisada, com maior espessura em áreas de concavidade. O adesivo Single Bond produziu maior resistência de união do que qualquer outro sistema adesivo testado (43,4MPa). Dos três adesivos testados com e sem pré-polimerização, 2 (Optibond Solo Plus e IntegraBond)

apresentaram resultados semelhantes entre as técnicas de polimerização do adesivo e um (Excite DSC) mostrou maior resistência de união, quando sofreu a pré-fotoativação. Pré-polimerizar o adesivo produziu aumento na espessura de película.

Magne et al. (2005) observaram diferenças na resistência adesiva por microtração em espécimes submetidos ou não ao Selamento Dentinário Imediato. Foram selecionados 15 molares humanos recém-extraídos e estes foram divididos em 3 grupos de 5 dentes cada. A superfície oclusal dos dentes foi removida, expondo uma dentina média plana. Um sistema adesivo CAT3 (Optibond FL, Kerr) foi utilizado em todos os grupos. No grupo controle (C), as amostras foram preparadas, imediatamente, após a polimerização do sistema adesivo com incrementos de 1,5mm de resina composta Z100 (3M ESPE). No segundo grupo (DDS), os dentes receberam restaurações provisórias (Tempfill Inlay, Kerr), as quais permaneceram por 2 semanas imersas em solução salina. Após este tempo, a restauração provisória foi removida e a dentina foi limpa com partículas abrasivas (RONDOflex, Kavo ou CoJet, 3M ESPE), seguido da aplicação do sistema adesivo que não foi polimerizado até a aplicação do material restaurador. No grupo do selamento dentinário imediato (IDS), os espécimes foram selados, imediatamente, após a exposição da dentina com o sistema adesivo, seguido de fotopolimerização. Um gel bloqueador de oxigênio, de glicerina, foi aplicado e uma nova polimerização foi realizada sobre a camada inibida pelo oxigênio. A restauração provisória foi realizada, permanecendo 2 semanas imersa em solução salina. Passado este tempo, a mesma foi removida e a superfície dentinária selada foi limpa com partículas abrasivas (RONDOflex ou CoJet). Uma camada apenas do frasco de adesivo foi aplicada e permaneceu não polimerizada até a aplicação do material restaurador. Os dentes foram preparados para o teste de microtração. As amostras foram armazenadas em água por 24h. Onze filetes (0,9mm x 0,9mm x 11mm) de cada dente foram selecionados para o teste, totalizando 33 amostras por grupo. Os padrões de fratura foram avaliados no MEV. As médias da resistência adesiva à microtração dos grupos C (55,06MPa) e IDS (58,25MPa) não foram, estatisticamente, diferentes uma da outra. A média

da resistência adesiva do grupo DDS (11,58MPa) foi, estatisticamente, diferente dos outros dois grupos. A avaliação microscópica dos padrões de fratura indicou que a maioria das falhas no grupo DDS foram interfaciais, enquanto as falhas nos grupos C e IDS foram ambas coesivas em dentina e interfaciais, fato comprovado na avaliação no MEV. Para o grupo DDS, as falhas, geralmente, ocorriam no topo da camada híbrida, no adesivo. Foi possível observar no MEV, em filetes intactos, uma camada híbrida bem organizada com uma espessura entre 3 μ m e 5 μ m nos grupos C e IDS. Já nos grupos DDS, os espécimes apresentavam um rompimento da camada híbrida com a resina subjacente. Segundo os autores, quando um dente for preparado para receber restaurações adesivas indiretas, um sistema adesivo CAT3 particulado deve ser utilizado previamente à moldagem, resultando em uma melhora significativa na resistência adesiva por microtração. Segundo os autores, esta técnica, também, elimina as preocupações inerentes à espessura do adesivo após a fotopolimerização. Não há dados sugerindo que o IDS não pode ser aplicado com sucesso por outros sistemas adesivos. Cabe salientar que este trabalho utilizou uma metodologia de restaurações diretas.

Kramer e Frankerberger (2005) realizaram um estudo clínico prospectivo controlado, avaliando a performance clínica de restaurações dos tipos *inlays* e *onlays* de IPS Empress (Ivoclar Vivadent), incluindo restaurações com as margens inferiores à JCE, por mais de 8 anos. Foram realizadas 96 restaurações de cerâmica pura em 34 pacientes, por 6 dentistas. As restaurações foram cimentadas com um sistema adesivo de esmalte/dentina (Syntac Classic, Ivoclar Vivadent) e 4 tipos de cimentos resinosos: Dual Cement (n=9); Variolink Low (n=32); Variolink Ultra (n=6) e a resina composta Tetric (n=49) (todos Ivoclar Vivadent). A resina composta e o cimento resinoso de alta viscosidade, Variolink Ultra, foram cimentados com um Ultrassom (EMS Piezon Master 400, Le Sentier). A polimerização das restaurações foi por 120s em diferentes posições (40s por posição). Oito das 96 restaurações cimentadas tiveram de ser substituídas (taxa de falha de 8%). Os autores concluíram que o sucesso clínico do sistema adesivo autocondicionante para a dentina, que não é polimerizado

previamente à inserção do cimento, é justamente a camada hidrofóbica, que leva o sistema de cimentação a alcançar uma significativa durabilidade de adesão no que tange à interface resina/dentina.

Stavridakis; Krejci; Magne (2005) investigaram a espessura de sistemas adesivos utilizados no selamento dentinário imediato de restaurações do tipo onlays, previamente à moldagem final, através de análise em MEV. Além disso, foi analisada a quantidade de adesivo que é removida quando a superfície dentinária selada é limpa com pasta profilática ou com jato de óxido de alumínio, antes da cimentação. Um preparo padrão para restauração do tipo *onlay* foi realizado em 12 molares humanos extraídos. Seis dentes foram selados com o sistema adesivo Optibond FL (Kerr) e 6 dentes com o adesivo Syntac Classic (Vivadent). Após o selamento, os adesivos foram novamente polimerizados na ausência de oxigênio (sob um bloqueador de ar à base de glicerina). Os dentes preparados e selados foram cortados com um disco diamantado no sentido vestibulo-lingual, dividindo a amostra em duas metades. Onze linhas de orientação foram realizadas no preparo de cada metade, demarcando certas áreas na dentina que funcionaram com um padrão de análise, além de ser uma referência para a observação no MEV. Cada metade foi moldada com um material de impressão (President Light body, Còltene AG). Estas moldagens foram vazadas com resina epóxica, obtendo réplicas que foram observadas no MEV com aumento de 200 vezes, definindo desta maneira a espessura de adesivo de cada secção analisada. Para simular a remoção do cimento temporário, uma metade de cada dente foi tratada com um jateamento com óxido de alumínio (Dento-Prep Microblaster, Ronvig Dental Mfg) por, aproximadamente, 5s. Já, na outra metade, foi realizada uma limpeza com pasta profilática (Deprudent, Dr.Wild and Co AG) e uma escova de Robinson por, aproximadamente, 5s. Novamente foram realizadas impressões e réplicas com resina epóxica sobre estas superfícies descritas e a espessura do adesivo foi mais uma vez analisada em MEV, com uma magnificação de 200 vezes. A quantidade de adesivo removida foi calculada reduzindo os resultados da primeira réplica pelos da segunda, após a limpeza. A espessura do sistema adesivo não foi uniforme na interface analisada (121,13µm

$\pm 107,64\mu\text{m}$). Houve um grande número de valores encontrados ($0\mu\text{m}$ a $500\mu\text{m}$). Diferenças, estatisticamente, significantes foram notadas, dependentes do adesivo (Optibond FL ou Syntac Classic) ou da posição (1 à 11). O sistema adesivo Syntac Classic apresentou uma espessura maior ($142,34\mu\text{m} \pm 125,1\mu\text{m}$) que o Optibond FL ($87,99\mu\text{m} \pm 73,76\mu\text{m}$). A maior espessura da película adesiva se localizou nas partes mais profundas do istmo do preparo (a parte mais côncava), enquanto a menor espessura foi encontrada na linha angulada da crista dentinária (a parte mais convexa do preparo). O Optibond FL apresentou uma espessura mais uniforme ao redor do preparo. O adesivo Syntac Classic empoçou nas partes mais côncavas do preparo. A quantidade de adesivo removida não foi uniforme ($11,94\mu\text{m} \pm 16,46\mu\text{m}$) e foi encontrada uma vasta quantidade de valores ($0\mu\text{m}$ a $145\mu\text{m}$). Não houve diferença estatística entre os sistemas adesivos ou entre os tratamentos utilizados para simular a remoção do cimento temporário. Nenhum dos métodos empregados foi capaz de remover toda a camada de adesivo, na maioria dos casos. É importante frisar que, neste estudo, o adesivo não recebeu um jato de ar e nem teve os excessos removidos previamente à fotopolimerização.

Magne (2005) revisou as evidências científicas que ajudassem a embasar o conhecimento a respeito da adesão dentinária para compósitos indiretos e restaurações de porcelana. O autor revisou mais de trinta artigos, na sua maioria, relativos à situação específica de adesão dentinária em restaurações indiretas. Concluiu que, aparentemente, associando os dados revisados e somado à sua experiência clínica, existe a necessidade de uma revisão nos procedimentos de adesão dentinária. É recomendada a aplicação e polimerização do sistema adesivo à dentina, imediatamente, preparada previamente à moldagem final. Esta nova abordagem, chamada de selamento dentinário imediato, parece melhorar a resistência adesiva, diminuir a formação de espaços e a infiltração bacteriana e reduzir a sensibilidade dentinária. O uso de um adesivo particulado CAT3 (uma camada com baixo módulo de elasticidade) facilita os aspectos clínicos e técnicos desta estratégia. De acordo com o autor, esta técnica racional de adesão

também possui uma influência positiva na preservação da estrutura dental, no conforto do paciente e na longevidade das restaurações indiretas.

Kramer et al. (2006) estudaram o comportamento clínico de dois sistemas de cimentação, utilizados para cimentar restaurações dos tipos inlays e onlays IPS Empress (Ivoclar Vivadent), após 4 anos de desempenho clínico. Noventa e seis restaurações foram realizadas em 31 pacientes. Todos receberam pelo menos uma restauração cimentada com o sistema EBS Multi/Compolute (3M ESPE) e uma com o sistema Syntac/Variolink II (Ivoclar Vivadent). Após a inserção da restauração cerâmica, a fotopolimerização foi realizada por 120s, variando as posições (40s por direção), com um led (Elipar II, 3M ESPE), regulado a uma potência de 650mW/cm². Dois pacientes, totalizando 4 restaurações, não voltaram ao final da pesquisa. Após quatro anos de desempenho clínico, 4 restaurações em 2 pacientes (3 Compolute e 1 Syntac) tiveram de ser substituídas devido à hipersensibilidade. Noventa restaurações foram consideradas aceitáveis (taxa de falha de 4%). Não foi encontrada diferença significativa entre os sistemas de cimentação. Nos dois casos, os sistemas adesivos, EBS Multi, CAT3, e o Syntac, autocondicionante para a dentina com dois passos (quando aplicado em dentina), não sofreram polimerização prévia, ou seja, foram fotopolimerizados juntamente com o cimento resinoso respectivo, após a inserção da restauração.

Duarte; De Goes; Montes (2006) estudaram a resistência de união à tração do cimento resinoso Panavia F (Kuraray) (PF), aplicado na dentina pré-tratada com o ED Primer (ED) e o adesivo Clearfil Liner Bond 2V (CLB), coberto com uma camada de resina composta de baixa viscosidade Proctect Liner F (PLF), após 10min, 24h e 12 meses. Sessenta incisivos inferiores bovinos foram utilizados. Os dentes foram lixados com lixas de silicone de granulações 220 e 400, até a obtenção de uma dentina plana. Os dentes foram randomizadamente divididos em 6 grupos. O material restaurador usado foi uma resina composta Z100, em forma de roda, com aproximadamente 4mm de diâmetro e 15mm de comprimento. Os espécimes foram armazenados em água destilada à 37°C por 24h nos grupos II (AII, ED e BII, CLB + PLF). Nos grupos III, com avaliação após um ano, as amostras foram armazenadas em água deionizada. Não houve

diferença estatística entre os grupos após 10min e 24h. Os grupos avaliados após um ano apresentaram os valores mais baixos de resistência de união ($p < 0,05$). O PF aplicado sobre a camada de resina de baixa viscosidade PLF foi superior, estatisticamente, a todos os grupos em que o PF foi aplicado sobre a dentina diretamente. Nos grupos AI, AII e AIII, o padrão de fratura apresentado foi, em sua maioria, adesiva/camada híbrida. Já nos grupos BI, BII e BIII, a fratura normalmente foi coesiva na resina composta. Os autores concluíram que o uso de um sistema autocondicionante menos hidrofílico (Clearfil Liner Bond 2V) para a dentina, associado a uma camada subsequente de resina composta de baixa viscosidade PLF, antes da colocação do cimento resinoso, pode prover uma proteção ao complexo hibridizado, permitindo o selamento dentinário durante um período de armazenagem de doze meses.

De Menezes; Arrais; Giannini (2006) compararam a resistência de união por microtração, de resinas compostas indiretas cimentadas à dentina, utilizando sistemas adesivos autopolimerizáveis, fotopolimerizáveis e duais. Trinta e seis terceiros molares humanos foram armazenados em água saturada com timol à 5°C por não mais do que três meses. Os dentes foram seccionados, transversalmente, no meio da coroa com um disco de diamante acoplado à máquina de corte Isomet (Buehler), expondo áreas de dentina média. As superfícies foram lixadas com uma lixa de granulação 600, por 10s, a fim de criar uma superfície plana com uma lama dentinária padronizada, antes de serem realizados os procedimentos de adesão. Os dentes foram divididos em 6 grupos ($n=6$), de acordo com os seguintes adesivos: dois sistemas de polimerização dual (Scotchbond Multi-Purpose/Rely X ARC, 3M ESPE, SBMP e Prime & Bond NT Dual Cure/Enforce, Dentsply, PBDC); um sistema autopolimerizável (ED Primer/Panavia F, Kuraray, EDP) e três sistemas fotoativados, que funcionaram como controle (Adper Single Bond/Rely X ARC, 3M ESPE, SB; Prime & Bond NT/Enforce, Dentsply, PB e Clearfil SE Bond/Panavia F, Kuraray, CF). Adper Single Bond, Prime & Bond NT e Clearfil SE Bond foram aplicados sobre a dentina e fotopolimerizados por 10s, antes da cimentação com a resina composta indireta. Os discos de resina composta pré-polimerizada (Clearfil APX, Kuraray)

possuíam 2mm de espessura, 10mm de diâmetro e apresentavam a cor A2. Os procedimentos de cimentação tiveram uma pressão padronizada de 500g. A fotopolimerização da amostra, já com a resina composta cimentada, foi de 40s (600mW/cm²). Após armazenagem em água destilada à 37°C por um dia, as amostras foram cortadas para o teste de microtração, obtendo filetes de, aproximadamente, 0,8mm² de área seccional. Foram selecionados para o teste quatro filetes de cada dente restaurado, sendo testados na máquina de testes universais Instron 4411 (Instron Co.), sob uma velocidade de cruzeta de 0,5mm/min até a falha. As médias da resistência de união por microtração dos grupos experimentais foram: SBMP = 32,89MPa ± 3,26MPa; SB = 26,74MPa ± 7,45MPa; PB = 26,11MPa ± 4,48MPa; CF = 25,3MPa ± 6,42MPa; EDP = 16,832MPa ± 5,53MPa; PBDC = 11,2MPa ± 5,89MPa. Não houve diferença significativa entre os sistemas ativados por luz, o autopolimerizável (EDP) ou o dual (SBMP). Todavia os sistemas ativados por luz foram superiores ao PBDC, que foi, estatisticamente, igual ao EDP. O padrão de fratura predominante foi misto em dentina hibridizada, camada adesiva e cimento resinoso, para os Grupos SBMP e todos ativados por luz.

Arrais et al. (2007) avaliaram a resistência de união por microtração de sistemas de cimentação (sistemas adesivos/cimentos resinosos) com adesivos CAT3 e CAT2, utilizados em restaurações indiretas de compósito, em que o sistema de cimentação foi fotopolimerizado ou autopolimerizado. Quarenta e oito terceiros molares humanos, recentemente, extraídos, armazenados em solução de timol saturada à 5°C por no máximo 3 meses, foram utilizados no estudo. Os dentes foram seccionados no meio da coroa, expondo áreas planas de dentina média/profunda. Uma lixa de granulação 600 foi utilizada nas superfícies planas para criar uma lama dentinária padronizada, antes da aplicação dos sistemas adesivos. Os dentes foram divididos em 8 grupos (n = 6): Optibond/Nexus 2 (Kerr) (OPT); Optibond Solo/Nexus 2 (Kerr) (SOLO); All Bond 2/Duolink (Bisco Inc.) (AB2); Bond-1/Lute-It (Pentron Corp) (B1). Quarenta e oito discos de resina composta pré-polimerizada (Z250, A2, 3M ESPE) com 2mm de espessura e 10mm de diâmetro, foram confeccionados para serem cimentados. O Optibond Solo e o

All Bond 2 (apenas o primer) foram pré-polimerizados, previamente, à inserção do cimento resinoso correspondente. Todos os grupos foram testados com e sem a fotopolimerização do sistema de cimentação, totalizando oito grupos. A análise de fratura foi realizada no MEV. Os resultados mostraram que o modo de autopolimerização de alguns sistemas de cimentação pode não ser efetivo em promover força de união. Os grupos autopolimerizados foram menos efetivos que os grupos polimerizados ($p < 0,0001$), com exceção do AB2.

Piwowarczyc et al. (2007) examinaram a durabilidade da adesão de 7 cimentos de polimerização dual à dentina humana *in vitro*. Duzentos e oitenta molares humanos foram selecionados para este estudo. Os dentes foram armazenados em solução de 0,1% de timol à temperatura ambiente, por não mais do que 6 meses. Os materiais utilizados foram: Ecusit/Permacem (DMG); Single Bond/Rely X ARC (3M ESPE); ED Primer/Panavia F (Kuraray); Excite DSC/Variolink II (Ivoclar/Vivadent); Optibond Solo Plus/Nexus 2/Kerr; Prime & Bond NT/Calibra (Dentsply); e Rely X Unicem (3M ESPE). Metade dos espécimes foram fotopolimerizados por 80s e a outra metade não foi fotopolimerizada. Após 12min da primeira manipulação, os dentes foram imersos em água destilada à temperatura de 37°C. Cada grupo continha 20 dentes, que foram divididos em 2 sub-grupos de 10 cada. De cada grupo, 10 amostras foram testadas após armazenagem de 150 dias (t1) e 10 espécimes foram tratadas da mesma maneira e, além disso, foi realizado termociclagem 37.500 vezes entre 5°C e 55°C (t2). A água destilada foi trocada a cada duas semanas. O teste de resistência de união realizado foi o de cisalhamento. A polimerização com luz (6,5MPa \pm 5,1MPa) foi superior à ativação sem luz (4,3MPa \pm 3,3MPa) ($p < 0,0001$). Os casos de falha adesiva foram, predominantemente, na interface entre o cimento e o adesivo do cimento. A resistência de união à dentina depende do sistema de cimentação utilizado.

Chieffi et al. (2007) estudaram os efeitos da aplicação curta vs. a aplicação longa de pressão na resistência de união de blocos de resina, cimentados com um cimento resinoso de cura dual (Panavia F, Kuraray) à dentina pré-coberta ou não, com um adesivo hidrofóbico fotopolimerizável (Clearfil Protect Bond, Kuraray).

Dezesseis terceiros molares humanos foram armazenados em uma solução à base de 0,5% de cloramina T à 4°C por, no máximo, um mês após a extração. O esmalte oclusal foi removido através de um corte com um disco diamantado. Discos de compósito (Tetric-Ceram, Ivoclar-Vivadent) com 10mm de diâmetro e 6mm de altura foram confeccionados. Os espécimes foram divididos em 4 grupos (n = 4). No grupo I-A, o cimento resinoso Panavia F foi utilizado de acordo com as normas do fabricante. No grupo II-A o adesivo autocondicionante Clearfil Protect Bond foi utilizado, previamente, à colocação do cimento, de acordo com as instruções do fabricante. Após a polimerização do adesivo, o Panavia F foi misturado e inserido nas amostras. Nestes grupos A, o bloco de resina foi cimentado à superfície dentinária sob uma pressão de 1,25MPa por 5s. Nos grupos I-B e II-B os procedimentos adesivos foram idênticos aos citados acima, com exceção do tempo de pressão de assentamento, que foi de 1,25MPa, todavia por 3min. Após a cimentação, as amostras foram armazenadas em água por 24h à 37°C. Os dentes foram então seccionados, verticalmente, obtendo filetes com uma área de aproximadamente 0,8mm². Após a análise estatística, ficou constatado que o Clearfil Protect Bond + Panavia F apresentou maior resistência de união do que o Panavia F somente (p < 0,05). Aumentando o tempo de pressão para pelo menos 3min, há um aumento significativo na força de adesão (p < 0,001). O grupo II-B atingiu a maior resistência de união (p < 0,05). O grupo I-A obteve a menor resistência adesiva. Em relação à análise no MEV, o resultado mais significativo foi que a separação ocorreu entre o adesivo e o cimento resinoso. Na maioria dos casos do grupo II-B, a fratura se localizou entre o cimento resinoso e o bloco de resina composta, demonstrando uma adesão forte entre a camada adesiva e o cimento resinoso. A aplicação do adesivo hidrófobo fotopolimerizável aumenta a resistência de união final do cimento resinoso Panavia F.

Hikita et al. (2007) avaliaram a efetividade da adesão de cinco sistemas de cimentação ao esmalte e à dentina, utilizando diferentes procedimentos de aplicação. O teste realizado foi o de microtração. Quarenta e dois terceiros molares humanos foram armazenados em solução de 0,5% de cloramina em água à 4°C e utilizados na pesquisa até um mês depois de extraídos. Os dentes foram

divididos randomizadamente em 17 grupos experimentais. Para a exposição da dentina, o terço oclusal dos dentes foi removido com um disco diamantado acoplado a uma máquina de cortes (Isomet), expondo uma dentina plana. A simulação da lama dentinária foi realizada com uma ponta diamantada. Os cimentos foram aplicados de acordo com a metodologia proposta pelos fabricantes. Para alguns sistemas de cimentação foi adicionado um protocolo modificado de cimentação. Os grupos foram os seguintes: Rely X Unicem (3M ESPE)(UN); Linkmax (GC)(LM); Prompt-L-Pop/Unicem (PLP/UN); Panavia F (Kuraray)(PN); Variolink II (Ivoclar-Vivadent)(VL); Optibond Solo Plus Activator/Nexus 2 (Kerr)(ACT/NX); Nexus 2 (NX); K-Etchant Gel/Panavia F (KE/PN); e Scotchbond Etchant/Unicem (SE/UN). Um bloco de resina composta indireta CAD/CAM (Paradigm MZ 100, 3M ESPE, 7mm de espessura) foi utilizado como material restaurador. Após 24h de armazenagem em água, os dentes foram seccionados, perpendicularmente, à interface adesiva, obtendo filetes de 2mm x 2mm, com 8mm-9mm de comprimento. Nesse estudo, foi realizada a técnica de microtração com os corpos-de-prova em formato de ampulheta, onde a região da interface adesiva é cortada com uma ponta diamantada para diminuir a área de teste. Em relação à adesão à dentina, todos os sistemas aderiram de maneira semelhante (LM: 15,4MPa; NX: 22,3MPa; PN: 17,5MPa; UN: 15,9MPa; PLP/UN: 22,2MPa), com exceção do VL (1,1MPa), SE/UN (5,9MPa) e ACT/NX (13,2MPa). O grupo VL apresentou um alto número de falhas prematuras (10/12). Concluíram que seguindo os procedimentos corretos de aplicação, os sistemas que utilizam ácido fosfórico para condicionamento total, os autocondicionantes e os cimentos autocondicionantes, são efetivos de maneira semelhante em prover resistência de união à dentina e ao esmalte. Alguns fatores influenciam, negativamente, a força de união: Não separar a fotopolimerização do adesivo antes da cimentação; o uso de um adesivo fotopolimerizável convertido em uma versão dual; e o uso de um agente cimentante com baixo potencial autopolimerizável.

Cekic et al. (2007) investigaram os efeitos de diferentes unidades de polimerização e sistemas adesivos na força de união de uma cerâmica à base de leucita (IPS Empres, 7mm x 7mm x 5mm, Ivoclar Vivadent) à dentina. Foram

selecionados 60 molares humanos. Superfícies de dentina plana foram criadas após a remoção do terço oclusal das coroas, utilizando uma ponta diamantada em alta rotação. Uma lama dentinária padronizada foi formada, após a superfície dentinária ser lixada (lixa de granulação 600) por 60s sob água. Os procedimentos adesivos foram divididos em 2 grupos de 30 dentes, de acordo com o tipo de sistema adesivo, um CAT2, e o AC2 (One Step Plus, Bisco ou Tyrian SPE/One Step Plus, Bisco). No grupo do adesivo Tyrian, no momento da cimentação após a aplicação e secagem do mesmo, foram aplicadas duas camadas do One Step Plus. Cada sistema adesivo foi polimerizado com três fontes de luz: Luz Halógena de Quartzo Tungstênio (Blue Swan Digital, Dentanet); Arco de Plasma (PlasmaStar, Monitex Industrial) e LED (Elipar Freelight 2, 3M ESPE). Cada unidade de polimerização foi utilizada em dois modos de ativação, totalizando 12 grupos (n = 5). Os dois sistemas foram fotopolimerizados antes da aplicação do cimento resinoso. Um dispositivo especial aplicou uma carga de 9,2N nos blocos de cerâmica durante a cimentação, criando uma uniformidade na camada de cimento de, aproximadamente, 100µm. O cimento resinoso dual (Duolink, Bisco) foi polimerizado por 40s sob a cerâmica com a luz halógena. Após 24h de armazenamento em água destilada à 37°C, as amostras foram termocicladas (6000 ciclos, 5°C à 55°C, 20s entre os banhos). Os dentes foram preparados para o teste de microtração, obtendo corpos-de-prova no formato de ampulheta (área de superfície de aproximadamente 1,6mm²). O teste de microtração foi realizado sob uma velocidade de cruzeta de 1mm/min até a fratura da amostra, em uma máquina de teste de microtração (Bisco). Os padrões de fratura foram analisados no Estereomicroscópio. O adesivo Optibond Solo Plus apresentou resistência de união de, aproximadamente, 15MPa quando uma luz halógena convencional foi utilizada. Já o sistema autocondicionante apresentou uma média de, aproximadamente, 11MPa nas mesmas circunstâncias. A maioria das fraturas se apresentou coesiva no cimento resinoso. Os resultados deste estudo, concluem os autores, não justifica o uso de adesivos AC2 para cimentar restaurações cerâmicas. O sistema adesivo autocondicionante Tyrian SPE é um primer ácido agressivo, já que o seu pH é bastante ácido.

Frankenberger et al. (2007) testaram a influência de diferentes sistemas de cimentação, cimentos temporários, métodos de limpeza e modos de ativação na resistência adesiva por microtração de restaurações do tipo *inlays* em cavidades de dentina Classe I. Foram utilizados 96 terceiros molares humanos extraídos, no máximo, 30 dias antes da pesquisa e armazenados em solução de 0,5% de cloramina T. *Inlays* de resina composta (Clearfil AP-X, Kuraray) foram cimentadas nas cavidades Classe I preparadas. Após o preparo, os dentes receberam restaurações provisórias (Fermit N, Ivoclar-Vivadent). Os dentes com as provisórias foram armazenados em água destilada por uma semana. As restaurações temporárias foram cimentadas com ou sem dois cimentos temporários (Temp Bond ou Temp Bond NE, Kerr). Mais 2 grupos com a dentina hibridizada, previamente, à temporização foram confeccionados com uma camada de adesivo (selamento dentinário imediato, SDI) ou com 0,5mm de resina fluida (X-Flow, Dentspl De Trey)(Técnica do revestimento com resina, RC). Nestes grupos, o cimento temporário foi eliminado. Após a remoção da provisória, o cimento temporário foi removido com uma sonda ou diferentes removedores à base de pó por pressão (Prophypearls Powders, Kavo e ClinPro Prophy Powder, 3M ESPE), utilizados durante 10s. As cavidades foram, então, tratadas com diferentes adesivos (XP Bond/SCA, Dentsply DeTrey; Syntac, Ivoclar-Vivadent; e Optibond FL, Kerr) e um cimento resinoso (Calibra, Dentsply DeTrey). Os cortes para a obtenção dos filetes foram realizados, de maneira que, foram selecionados 20 filetes para cada grupo. A análise do tipo de fratura foi realizada no MEV. A contaminação com cimentos temporários reduziu a resistência adesiva ($p < 0,05$). Realizar a fotopolimerização do adesivo, separadamente, não produziu aumento da força de união ($p > 0,05$). Os espécimes em que foram realizados o SDI e o RC exibiram resistência de união superior para todos os adesivos investigados ($p < 0,05$). As fractografias mostraram uma interface com formação insuficiente, quando o adesivo foi fotopolimerizado junto com o cimento resinoso, embora não tenha havido diferenças na resistência adesiva.

Okuda et al. (2007) estudaram o efeito da técnica de revestimento com resina na resistência de união por microtração, de restaurações indiretas de

compósito (Estenia, Kuraray) aderidas à dentina com um cimento resinoso (Panavia F, Kuraray). Além disso, compararam a resistência de união com àquela obtida por restaurações de compósito diretas. Quinze molares humanos foram utilizados neste trabalho. Cavidades Classe I com dimensões de 4mm x 2mm x 3mm de profundidade foram preparadas com pontas diamantadas. Os espécimes foram divididos em cinco grupos: para as restaurações indiretas, as superfícies das cavidades do grupo controle foram mantidas sem recobrimento (grupo 1); enquanto as superfícies dos grupos experimentais foram revestidas com o sistema adesivo (Clearfil Protect Bond, Kuraray)(PB) (grupos 2 e 3); ou combinando a inserção do PB e, sobre ele, a colocação da resina composta fluida Protect Liner F (PLF, grupo 4); sendo por fim o grupo 5, de restaurações diretas de resina composta (Clearfil Protect Bond + Clearfil AP-X). As cavidades receberam uma restauração provisória por um dia (Cavity-G, 3M ESPE). Após 24h, a restauração temporária foi removida com uma colher de dentina e as superfícies foram limpas com um cotonete encharcado em etanol por 10s. As cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% e, posteriormente, o adesivo ED Primer II (Kuraray) foi utilizado, com exceção do grupo 2. Por fim, o cimento resinoso Panavia F foi utilizado e a resina indireta foi cimentada e fotopolimerizada por 60s. Todos os espécimes foram armazenados em água destilada por um dia à 37°C. As amostras foram preparadas para o teste de microtração, aonde cada filete apresentava uma área da interface em torno de $1,0\text{mm}^2 \pm 0,2\text{mm}^2$. Os padrões de fratura foram analisados no MEV. Não houve diferença significativa entre os grupos 1, 2 e 3. A aplicação do revestimento, em combinação com o PB e o PLF (grupo 4), resultou numa resistência de união em torno de 32,9MPa, que foi, significativamente, maior do que a obtida pelos grupos 1, 2 e 3 ($p < 0,05$). O grupo 5 atingiu a maior força adesiva quando o PB foi utilizado com uma resina composta direta (47,7MPa) ($p < 0,05$). Nos grupos que não receberam o recobrimento, todos os espécimes apresentaram falha adesiva parcial ou completa. As amostras que receberam o revestimento com resina apresentaram a falha na interface entre o PLF e o cimento resinoso. Os outros espécimes falharam coesivamente no cimento resinoso. Todas as restaurações diretas apresentaram falha coesiva no adesivo. Segundo os autores, este trabalho sugere

que o elo mais fraco na interface, que recebe o revestimento com resina é o cimento resinoso. A técnica de revestimento com resina é indicada para aumentar a performance da força de união do Panavia F em restaurações indiretas.

Magne; So; Cascione (2007) determinaram se havia diferença na resistência de união por microtração na dentina humana, utilizando a técnica do selamento dentinário imediato, quando comparada com 2, 7 e 12 semanas de espera para a cimentação da restauração (com restauração provisória intercalada), utilizando 2 sistemas adesivos diferentes. Um estudo prévio (Magne 2005) foi incluído nos resultados para a comparação dos dados preliminares relativos ao selamento dentinário imediato, logo, a metodologia deste trabalho foi muito semelhante ao já supracitado. Cinquenta molares humanos, recentemente, extraídos foram obtidos e divididos em 10 grupos. Um sistema adesivo CAT3 (Optibond FL, Kerr) e AC2 (Clearfil SE Bond, Kuraray) foi utilizado. Para cada sistema adesivo, as amostras de controle foram preparadas utilizando a técnica de adesão, previamente, à restauração, na qual a resina composta foi aplicada de forma direta (técnica incremental) (Z100, 3M ESPE). A preparação dos demais espécimes utilizou uma abordagem indireta, sem a aplicação prévia do adesivo (DDS) e com a técnica do selamento dentinário imediato (IDS), logo após o preparo. Os dentes IDS receberam restaurações provisórias (Tempfil Inlay, Kerr), colocadas por 2 semanas (IDS-2W), 7 semanas (IDS-7W) ou 12 semanas (IDS-12W) antes do assentamento da restauração definitiva. Os dentes DDS permaneceram com a restauração provisória por duas semanas. Após a remoção da provisória, foi realizado um jateamento com óxido de alumínio e a posterior aplicação dos sistemas adesivos e resina composta fotopolimerizável. Todas as amostras foram preparadas para o teste de resistência de união por microtração “tipo palito”, 24h após a restauração definitiva. Dez a onze filetes (0,9mm x 0,9mm x 11mm) de cada dente foram selecionados para o teste. Os dados obtidos dos 10 grupos experimentais foram analisados estatisticamente. Os filetes fraturados foram analisados sob o estereomicroscópio (x30) e o MEV. Para ambos os adesivos, a média dos resultados do grupo controle (restauração direta sobre o adesivo fotopolimerizado) e do grupo IDS, não diferiu, estatisticamente, e

excederam 45MPa. Os valores obtidos pelo grupo DDS foram menores que os demais ($p < 0,001$), com o Clearfil SE Bond (1,81MPa), significativamente, mais baixo ($p = 0,026$) do que o Optibond FL (11,58 MPa). A maior média de resistência de união por microtração foi a conseguida com o Optibond FL após 7 semanas de temporização (66,59MPa) e 12 semanas (59,11MPa). Estes foram, significativamente, maiores que o Clearfil SE Bond nas mesmas condições (51,96MPa e 45,76MPa). As falhas no grupo DDS foram todas interfaciais e puramente adesivas. Os grupos Controle e IDS-2W apresentaram falhas interfaciais que são, tipicamente, misturadas com áreas de falhas adesivas e coesivas em dentina. Já IDS-7W e IDS-12W falharam, consistentemente, entre a camada de adesivo colocada após o preparo e a resina composta restauradora. Os autores concluíram que, para dentes preparados para receber restaurações indiretas, o selamento dentinário imediato realizado com sistemas adesivos CAT3 ou AC2, resulta em resistência de união similar à obtida com o adesivo aplicado diretamente sobre a dentina intacta.

Frankenberger et al. (2008) testaram a integridade marginal de restaurações do tipo *inlays* de cerâmica (IPS Empress, Ivoclar Vivadent), cimentadas com diferentes sistemas, antes e após a termociclagem. Foram preparadas 72 cavidades MOD em molares humanos extraídos com uma das superfícies estando abaixo da JCE. As *inlays* foram cimentadas com 9 combinações de adesivos e cimentos resinosos, ou um cimento autoadesivo apenas ($n = 8$): Prime & Bond NT Dual Cure/Calibra (Dentsply); XP Bond SCA/Calibra (Dentsply); XP Bond SCA fotopolimerizado/Calibra; Syntac/Variolink II (Ivoclar Vivadent); Multilink Primer/Multilink (Ivoclar Vivadent); AdheSE/ Variolink II (Ivoclar Vivadent); ED Primer/Panavia F 2.0 (Kuraray); Rely X Unicem (3M ESPE); e Maxcem (Kerr). A integridade marginal foi analisada no MEV utilizando réplicas antes e depois da ciclagem termomecânica (100.000N x 50N e 2500 termociclos entre 5°C e 55°C). Todos os sistemas envolvendo condicionamento ácido total resultaram em um significativo aumento nos percentuais de margens livres de espaços em esmalte, com relação aos demais sistemas ($p < 0,05$). Segundo os autores, sistemas adesivos em que é necessário se

realizar o condicionamento ácido total, combinados com cimentos resinosos convencionais ainda são os que revelam o melhor prognóstico em cimentações adesivas de restaurações do tipo inlay em cerâmica pura. Embora em se tratando de dentina, os resultados dos adesivos autocondicionantes tenham se equiparado aos de condicionamento ácido total, eles não podem competir no que diz respeito à performance adesiva em esmalte.

A página seguinte (73) contém um quadro relativo aos estudos analisados nesta pesquisa, que testaram a resistência de união de restaurações diretas e indiretas à dentina (QUADRO 1). Os trabalhos foram avaliados quanto a 9 variáveis: O teste mecânico utilizado; o sistema adesivo; a técnica de cimentação; a presença ou não de restauração provisória; se houve pressão no assentamento da restauração definitiva; o substrato restaurador; a espessura do substrato restaurador; o tempo de fotoativação; e a análise dos padrões de fratura.

Legenda:

- CAT3 - sistema adesivo em que o dente recebe o condicionamento ácido total, e apresenta o primer separado do adesivo;
- CAT2 - sistema adesivo em que o dente recebe o condicionamento ácido total, e apresenta o primer junto do adesivo;
- AC1 - sistema adesivo autocondicionante com o primer junto do adesivo;
- AC2 - sistema adesivo autocondicionante com o primer separado do adesivo;
- C - Técnica onde o adesivo não é polimerizado antes do assentamento da restauração;
- P - Técnica na qual o adesivo é polimerizado antes do assentamento da restauração;
- SDI - Técnica do selamento dentinário imediato;
- RCR - Técnica do revestimento com resina;
- D - Técnica onde o adesivo foi fotopolimerizado e o cimento não;
- A - Técnica onde o adesivo e o cimento não foram fotoativados.
- NI - não informado.

Quadro 1 – Quadro representativo dos estudos envolvendo resistência de união, citados na revisão da literatura. Os estudos foram avaliados sob 9 variáveis.

2.2 FATORES QUE INFLUENCIAM O DESEMPENHO DE UMA RESTAURAÇÃO INDIRETA

2.2.1 Cimentos temporários

Paul e Scharer (1997B) compararam a resistência de união ao cisalhamento de diversos sistemas de cimentação à dentina, os quais entraram em contato com diferentes cimentos provisórios, previamente, à adesão dentinária. Foram utilizados 120 terceiros molares humanos, a pressão intrapulpar foi mantida, de forma que as amostras foram expostas, simultaneamente, à termociclagem. Para cada sistema de cimentação testado (n = 8), um dos seguintes materiais provisórios foi utilizado: Temp Bond (Kerr), contém eugenol; Kerr Life (Kerr), hidróxido de cálcio, quimicamente, ativado; Freegenol (GC), não contém eugenol; Fermit (Vivadent), metacrilato que não contém eugenol. Além deles, um grupo controle, que não foi contaminado com nenhum cimento provisório, foi utilizado. Os sistemas de cimentação estudados foram: ART Bond/Porcelite U (Coltène-Whaledent); AllBond2 (Bisco)/Porcelite U; Syntac/Dual Cement (Vivadent); e P-Bond (adesivo experimental, Kerr)/Porcelite U. Após 24h de armazenagem à 37°C, o cimento foi removido com uma sonda exploradora e a superfície dentinária foi limpa com um cotonete e uma pasta de pomes não fluoretada por 10s. As respectivas combinações de cimentos resinosos foram, então, aplicadas de acordo com as instruções do fabricante. Os cimentos temporários utilizados neste estudo, na maioria das vezes, diminuíram consideravelmente a resistência de união dos sistemas de cimentação testados à dentina.

Goulart et al. (2004) avaliaram a influência da contaminação com eugenol sobre a resistência de união por microtração entre resinas e dentina. Quatro

dentos terceiros molares tiveram o esmalte oclusal removido para a exposição de uma superfície plana de dentina, na qual foram realizados os procedimentos restauradores. No grupo A, foi feita uma restauração provisória de óxido de zinco e eugenol que permaneceu por 30 dias. Após este tempo, foi feita a remoção (com curetas) da restauração provisória e os dentes deste grupo e do grupo B, que não foi contaminado com cimentos provisórios, foram então restaurados com sistema adesivo e resina composta (Single Bond/Z250, 3M ESPE), de acordo com as recomendações do fabricante. Após 24h de armazenagem em água destilada à 37°C, os dentes foram seccionados, longitudinalmente, à interface de união, em cortes perpendiculares entre si, para que fossem obtidos corpos-de-prova em forma de filetes, com secção transversal de 1mm². Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de microtração. A análise estatística mostrou não haver diferença significativa entre os valores médios obtidos pelos dois grupos, indicando que a restauração com eugenol não influenciou a resistência de união entre resina composta e dentina.

Fonseca et al. (2005) estudaram os efeitos de cimentos provisórios na adesão de restaurações indiretas. Foram selecionados 45 dentes bovinos. O esmalte foi removido com uma lixa de granulação 600, utilizada até a exposição da dentina superficial. Restaurações provisórias de resina acrílica (Dencor, Jet Classic) foram cimentadas com três cimentos provisórios diferentes: Hidróxido de cálcio (Dycal, Dentsply/Caulk); um cimento contendo eugenol (Provy, Herpo/Dentsply) e um cimento de óxido de zinco livre de eugenol (Temp Bond NE, Kerr). As restaurações foram mantidas sob 100% de umidade por uma semana. O cimento temporário foi removido de 3 maneiras da superfície dentinária: curetas; pasta de pedra pomes por 10s em baixa rotação; ou microjateamento com óxido de alumínio por 5s (50µm, 4 bars, 2cm de distância, Microjato Plus, Bioart). Cada grupo foi composto por 4 dentes. As restaurações indiretas foram cimentadas com o sistema de cimentação Single Bond/Rely X ARC (3M ESPE). Os dentes foram preparados para o ensaio de microtração, no qual cada um gerou 4 filetes, totalizando 16 amostras por grupo. A técnica utilizada foi a do espécime em forma de ampulheta, com uma área de interface adesiva de 1mm². Os testes

foram realizados com uma máquina de ensaios universal (Instron 4411, Instron Testing Instruments) sob uma velocidade de cruzeta de 0,5mm/min. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre a limpeza do cimento temporário livre de eugenol removido por cureta simplesmente, ou limpo com pasta de pedra pomes por 10s em baixa rotação. Segundo os autores, ainda é controversa a possibilidade do eugenol causar algum efeito adverso sobre os procedimentos adesivos. Neste estudo, ele não interferiu na resistência de união após uma semana de armazenamento.

Abo-Hamar et al. (2005) determinaram os efeitos de cimentos temporários, com e sem eugenol, removidos por curetas ou jateamento, na resistência de união por cisalhamento de uma cerâmica cimentada à dentina. Um sistema de cimentação com um primer autocondicionante, ED Primer/Panavia F 2.0 (Kuraray), e um sistema em que o dente sofre condicionamento ácido total, Excite/Variolink II (Ivoclar Vivadent), foram utilizados. Foram selecionados 140 molares humanos, lixados para expor a superfície dentinária e divididos em 14 grupos (7 grupos para cada sistema de cimentação). Para cada sistema de cimentação, um cimento temporário com eugenol (Temp Bond, Kerr) e um sem eugenol (Temp Bond NE, Kerr) foram aplicados à superfície dentinária e armazenados por 7 dias, sendo então removidos por uma cureta ou por um jateamento com partículas de óxido de alumínio de 30 μ m (4 bars de pressão, 3mm de distância). Os grupos controle foram estudados com a dentina não contaminada por nenhum cimento temporário, todavia a mesma foi arranhada com uma cureta, jateada com partículas de óxido de alumínio ou não sofreu nenhum tratamento. Após a aplicação dos adesivos e cimentos resinosos, os cones de cerâmica (Cerafil inserts, Cerafil Komet) foram cimentados sob uma pressão de 400g. Após 24h armazenados em água destilada, os dentes foram submetidos ao teste de resistência de união por cisalhamento, sob uma velocidade de cruzeta de 0,75mm/min. Os resultados mostraram que, para cada sistema adesivo, nem o tipo de cimento temporário, nem a forma como os mesmos foram removidos, afetaram, significativamente, a resistência de união da cerâmica ao dente. O sistema Excite /Variolink mostrou força de adesão significativamente maior do

que o ED Primer/Panavia F 2.0, em todos os grupos. Segundo os autores, o uso de cimentos temporários, contendo ou não eugenol, não afeta a resistência retentiva de restaurações cerâmicas cimentadas à dentina, utilizando os sistemas testados, independentemente, de ser removido com cureta ou jateamento com partículas de alumínio. Os autores comentaram que em um estudo piloto para este trabalho, constataram que o jateamento com partículas de alumínio de 30µm por 1s foi capaz de remover um pouco menos do que 30µm de dentina. A força de adesão da cerâmica à dentina é dependente do sistema de cimentação utilizado.

Broilo et al. (2006) estudaram o efeito da técnica do Selamento Dentinário Imediato com um sistema adesivo CAT2 (Single Bond, 3M ESPE) e da aplicação intermediária de dois materiais provisórios (Temp Bond NE, Kerr e Fermit, Ivoclar Vivadent), na resistência de união por tração à dentina. A coroa de 75 dentes incisivos bovinos foi incluída em resina acrílica, quimicamente, ativada, sendo a superfície vestibular desgastada até a exposição da dentina. Os dentes foram divididos em 5 grupos (n = 15): Controle (apenas o Single Bond) (1); Temp Bond NE + Single Bond (2); Single Bond + Temp Bond NE + Single Bond (3); Fermit + Single Bond (4); Single Bond + Fermit + Single Bond (5). Os grupos 3 e 5 reproduziram a técnica do Selamento Dentinário Imediato da dentina. Um núcleo de resina composta foi construído sobre o adesivo. Após armazenamento em água destilada por 24h à 37°C, os dentes foram submetidos ao teste de tração. Não houve diferença estatística entre os valores médios de resistência de união por tração entre os grupos (p > 0,05): grupo 1 (16,84MPa); 2 (14,27MPa); 3 (17,27MPa); 4 (14,87MPa); e 5 (12,97MPa). Os autores concluíram que a técnica do Selamento Dentinário Imediato com o sistema adesivo Single Bond, assim como os materiais provisórios Temp Bond NE, que não contém Eugenol e Fermit, à base de metacrilato, não influenciaram, significativamente, os valores de resistência de união à dentina.

Carvalho et al. (2007) avaliaram o efeito de restaurações temporárias contendo eugenol (óxido de zinco eugenol, ZOE), na resistência de união por microcislamento em sistemas adesivos (um CAT2, Single Bond, 3M ESPE; um AC1, I Bond, Heraeus Kulzer; e um AC2, Clearfil SE Bond, Kuraray). Dezoitos

molares humanos foram selecionados para o estudo. Os dentes tiveram as raízes removidas, e as coroas cortadas, transversalmente, na metade, com um disco diamantado em uma máquina de cortes (Isomet, Buehler). Cada uma das metades foi lixada com uma lixa de granulação 600, criando uma lama dentinária padronizada. Uma metade do dente não recebeu restauração temporária. A outra metade foi restaurada com óxido de zinco eugenol (IRM, Dentsply). Os espécimes foram armazenados em água destilada por 24h à 37°C. O cimento temporário foi removido com uma sonda, até que não fosse mais visível a presença do material sobre a dentina. Os espécimes foram, então, limpos com uma pasta de pedra pomes. Após a aplicação dos adesivos, de acordo com as instruções do fabricante, as amostras foram preparadas para o teste de microcisalhamento. A resina utilizada no teste, que foi inserida sobre a camada adesiva, foi a Z250, 3M ESPE. A presença de uma dentina contaminada com eugenol reduziu a resistência de união do adesivo Clearfil SE Bond em 23%. Já o adesivo Single Bond foi menos afetado pela presença do Eugenol (9%). Os autores teorizaram que, embora uma lama dentinária tenha sido formada, quando a restauração temporária contendo eugenol foi assentada sobre a lama e deixada por 24h, o eugenol, provavelmente, percolou através da lama dentinária para a dentina, contaminando a superfície dentinária. Segundo os autores, a profundidade de desmineralização causada pelo condicionamento com o ácido fosfórico, adicionado à lavagem com água após o mesmo, provavelmente reduzem a quantidade de eugenol livre, bem como os remanescentes da restauração temporária na superfície dentinária. Ao contrário dos sistemas em que o dente sofre condicionamento ácido total, os adesivos autocondicionantes são aplicados, diretamente, sobre a lama dentinária contaminada, fato que pode explicar a redução na resistência de união mais pronunciada após o pré-tratamento da dentina com a restauração temporária contendo eugenol. Os autores concluíram que o pré-tratamento da dentina com uma restauração provisória contendo eugenol afeta a resistência de união resina/dentina para os 3 adesivos testados. Esta diferença se torna mais pronunciada nos sistemas autocondicionantes.

2.2.2 Espessura de película do cimento e contração de polimerização

Davidson; Van Zeghbroeck; Feilzer (1991) monitoraram o desenvolvimento do estresse de contração de polimerização em um CIV e num cimento resinoso à base de BIS-GMA (Panavia EX, pó+líquido, Kuraray), assentado sob uma espessura com valores variando entre 30 μ m e 200 μ m. A natureza e a magnitude do desenvolvimento do estresse depende, enormemente, da formulação e da espessura de película do cimento. Quanto mais espessa é a camada, mais lentamente o estresse irá se desenvolver no compósito. O estresse de contração agiu em detrimento à força adesiva do cimento resinoso. No cimento resinoso a fratura se apresentou mista (coesiva no cimento/adesiva). Segundo os autores, devido aos cimentos resinosos possuírem uma capacidade baixa de escoamento em uma camada fina, o estresse de contração de polimerização desenvolve-se mais rapidamente e ultrapassa, velozmente, e em valores baixos, a força coesiva do cimento. Em ambos os cimentos, os níveis de estresse de tração desenvolvidos, excederam a força coesiva do material.

Molin; Karlsson; Kristiansen (1996) avaliaram a influência de diferentes espessuras de cimentos resinosos na resistência flexural da interface resina/cerâmica. Dois cimentos, Mirage FLC (Chamaleon Dental Products) e Vita Cerec (Coltène AG), foram utilizados em combinação com as suas respectivas cerâmicas, Mirage e Blocos Vita Cerec (6mm x 8mm x 2mm, cor A1). Camadas de cimento com espessuras de 20 μ m, 50 μ m, 100 μ m e 200 μ m, foram fotopolimerizadas com uma luz de alta intensidade. Dez espécimes de cada combinação cimento/cerâmica com as espessuras geraram um total de 80 espécimes para serem testados. A resistência flexural de cada espécime foi testada em quatro pontos, numa máquina universal de testes de tração. Após análise estatística, foram avaliadas as diferenças entre espessuras variadas e a combinação de cimentos resinosos. Dentro de cada combinação cimento/cerâmica, os valores de resistência adesiva foram, significativamente, mais baixos para a espessura de 20 μ m do que para as películas mais espessas, para ambos os

cimentos. A importância de defeitos na interface adesiva é diminuída pelo aumento na diferença entre a área de superfícies aderidas e não-aderidas das amostras, alterando o fator C. O estresse e a tensão podem ser mais bem distribuídos numa camada espessa, em comparação com uma fina camada de cimento. A grande maioria das fraturas iniciou-se na interface resina/cerâmica.

Varjão et al. (2002) determinaram e compararam a espessura de película de quatro cimentos resinosos: Enforce (Caulk/Dentsply), Nexus (Kerr), Rely X ARC (3M ESPE) e Panavia 21 (Kuraray). O método utilizado para a obtenção dos valores está de acordo com a especificação número 8 da ADA para o cimento fosfato de zinco. Uma porção de 0,01g de cada cimento foi posicionada entre duas lâminas de vidro planas, com a mesma espessura, e com uma área de superfície de 2cm². Três minutos após a mistura, uma carga de 15kg foi aplicada, verticalmente, sobre as lâminas. As medidas foram realizadas com um calibre eletrônico, com uma precisão de 0,5µm, que foi recalibrado após cada medição. Cada cimento foi medido 10 vezes. A média dos valores encontrados foi: Enforce, 27,7µm; Nexus, 34,9µm; Rely X, 25,5µm; e Panavia 21, 21,9µm. Panavia 21, Enforce e Rely X foram classificados como Tipo I, seguindo a especificação número 8 da ADA. Já o Nexus foi classificado como tipo II. Segundo a ADA, materiais tipo I estão aptos para aplicações de precisão. Cimentos diferentes requerem diferentes espaços para a cimentação (cerâmica/dente), para assegurar um ótimo assentamento.

2.2.3 Qualidade da fotopolimerização

Rueggeberg e Caughman (1993) investigaram o grau de conversão dos monômeros de 4 marcas comerciais de cimentos resinosos (Ultradond, Dent-Mat Corp; Mirage FLC, Chamaleon Dental; Porcelite, Sybron/Kerr; Heliolink, Vivadent). Os produtos foram submetidos a diversos tratamentos: sem exposição

à luz; 60s de exposição através de uma matriz de acetato (Mylar); 20s ou 60s de exposição através de uma bolacha de compósito com 1,5mm de espessura. Os testes ocorreram após 2min, 5min, 10min, 30min, e 60min, bem como após 24h. Os resultados mostraram um alto espectro de potencial de cura entre as várias amostras. Em relação à marca comercial, o componente químico foi sempre menor do que quando os mesmos foram expostos a qualquer tipo de luz. Para a maioria dos sistemas resinosos testados, a grau de conversão observado após 10min foi, praticamente, o mesmo do que o de 24h depois. Não há evidência de que uma indução substancial da polimerização química dos cimentos resinosos duais ocorra após a conclusão da exposição à luz.

Rasetto; Driscoll; Von Fraunhofer (2001) propuseram a avaliação de três fontes diferentes de luz para polimerizar um cimento resinoso dual sob 3 tipos de cerâmica. Três cerâmicas, comumente utilizadas, foram selecionadas para este estudo: Feldspática (Ceramco II, Ceramco Inc.); Aluminizada (Vitadur Alpha, Vivadent Inc.); e Prensada (IPS Empress, Ivoclar North America Inc.). Foram confeccionados discos uniformes de 10mm de diâmetro, 1mm de espessura e cor A2 para todas as amostras testadas. Três diferentes fontes de luz foram utilizadas para polimerizar o cimento resinoso dual Variolink II (Ivoclar North America Inc.), sob cada disco cerâmico: uma luz halógena convencional (Optilux, Demetron Ressearch Inc.); um arco de plasma (Apollo 95 E, Dental Medical Diagnostic Systems Inc.) e uma luz halógena de alta intensidade (Kreativ Kuring Light Model 2000, Kreativ Inc.). As fontes foram testadas com diferentes tempos para polimerizar o cimento. No caso da luz halógena convencional, os tempos foram de 20s, 40s, 60s e 80s. O teste de dureza (Knoop Indentado) foi utilizado para determinar o grau de fotopolimerização da resina, através da cerâmica com cada fonte luminosa testada. Após análise estatística, constatou-se em relação à luz halógena convencional que não havia diferença significativa de valores de dureza entre 60s e 80s, concluindo desta maneira que existe uma polimerização alta do cimento resinoso sob 1mm de cerâmica após 60s.

Coelho Santos et al. (2004) determinaram os efeitos da intensidade de luz e do tipo de unidade luminosa (Halógena Quartzo-Tungstênio, QTH ou luz de

emissão Diodo, LED) na dureza de vários cimentos resinosos e uma resina composta restauradora. Foram preparados espécimes em forma de disco de 4 cimentos resinosos duais (Variolink II, Ivoclar-Vivadent; Calibra, Dentsply; Nexus 2, Kerr; e Rely X ARC, 3M ESPE). Duas fontes de luz QTH (Visilux 2, a 550mW/cm², 3M ESPE; e Optilux 501, a 1.360mW/cm², Kerr) e um LED (Elipar FreeLight, a 320mW/cm², 3M ESPE) foram utilizadas para realizar a fotopolimerização. Os espécimes foram fotopolimerizados por 10s, 30s ou 40s com uma das três fontes de luz e foram testados 24h após a cura. Amostras adicionais foram, apenas, autopolimerizadas e testadas após 15min, 30min e 60min, bem como após 24h. O teste consistiu na mensuração da dureza Knoop para cada espécime. Seis valores foram obtidos, apenas, da superfície superior dos diversos cimentos, em cada grupo. Também foram preparadas amostras em forma de discos de 2,5mm de espessura de resina composta (Herculite XRV, Kerr). Estes espécimes foram polimerizados sobre os cimentos e os valores de dureza Knoop foram obtidos tanto na superfície superior quanto na inferior. A média dos valores foi determinada e os dados analisados, estatisticamente. Os grupos foram, significativamente, diferentes ($p < 0,05$). A luz de alta intensidade resultou nos maiores valores de dureza para todos os materiais. Na maioria dos grupos, o QTH convencional e o LED se equívalem. Para todos os cimentos, com exceção do Nexus 2, a autopolimerização obteve valores de dureza, significativamente, menores do que a polimerização dual. Os autores concluíram que uma fonte de luz de alta intensidade, bem como um aumento nos tempos de polimerização resultam em um aumento na dureza dos cimentos.

Rasetto et al. (2004) avaliaram a transmissão de luz, através de diferentes lâminas de porcelana, quando irradiadas por 3 tipos de unidades de fotopolimerização. As fontes de luz foram: uma halógena convencional (3M Unitek, 3M Inc.), um arco de plasma (Apollo 95E, Dental Medical Diagnostic Systems Inc.) e uma luz halógena de alta intensidade (Kreativ Kuring Light Model 2000, Kreativ Inc.). As unidades tiveram a sua potência medida por um radiômetro. A intensidade da luz também foi mensurada após a transmissão através de 0,25mm; 0,40mm; e 0,60mm de espessura de *coppings* Procera (Nobel

Biocare) e através de 1mm de espessura de discos de porcelana feldspática (Ceramco II, Dentsply Ceramco); porcelana aluminizada (Vitadur Alpha, Vident Inc.) e uma cerâmica prensada (IPS Empress, Ivoclar Vivadent). A intensidade inicial da unidade de luz halógena convencional foi de 660mW/cm^2 . Com relação às lâminas de cerâmica de 1 mm de espessura, essa intensidade caiu para $265\text{mW/cm}^2 \pm 99\text{mW/cm}^2$, na cerâmica IPS Empress; $250\text{mW/cm}^2 \pm 71\text{mW/cm}^2$, na cerâmica Vitadur Alpha e $230\text{mW/cm}^2 \pm 35\text{mW/cm}^2$, na cerâmica feldspática. Apenas o arco de plasma e a luz halógena de alta intensidade emitiram luz de energia suficiente para polimerizar, efetivamente, um cimento resinoso.

Soares; Silva; Fonseca (2006) avaliaram a microdureza de um cimento resinoso dual (Rely X ARC, 3M ESPE) sob a influência de diferentes espessuras e cores de uma cerâmica feldspática (Noritake EX-3, Kizaeco). Noventa e cinco incisivos bovinos foram selecionados para este estudo. Os dentes foram divididos em 19 grupos ($n = 5$). Na superfície vestibular uma cavidade padrão, com 4mm de diâmetro e 1mm de profundidade foi preparada. As cerâmicas foram fabricadas com 4mm de diâmetro e com espessuras de 1mm, 2mm e 4mm, nas cores A1, A2, A3, A3,5 e A4. O cimento resinoso dual foi inserido na cavidade preparada no dente. Uma matriz de acetato Mylar foi posicionada na cavidade preparada e a fotopolimerização (Luz Halógena Convencional, XL 3000, a 600mW/cm^2 , 3M ESPE) foi realizada por 40s, seguindo o seguinte protocolo: sem a interposição da cerâmica, com 1mm, 2mm e 4mm de espessura. Foi realizado o teste de dureza Vickers na camada de cimento, com 50g de carga aplicada por 30s, com cinco indentações para cada amostra. Os autores concluíram que apenas a ativação química não foi suficiente para compensar a energia atenuada pela interposição das cerâmicas A3,5 e A4 com 4mm de espessura. A espessura tem uma influência maior na microdureza do cimento do que a cor da restauração.

Meng; Yoshida; Atsuta (2007) investigaram a influência da espessura cerâmica nas propriedades mecânicas (resistência flexural e módulo de elasticidade) e na estrutura polimérica (grau de conversão e densidade de ligações cruzadas) em 3 cimentos resinosos duais (Linkmax, GC; Nexus 2, Kerr; e Variolink II HV, Ivoclar Vivadent). Os cimentos resinosos foram polimerizados

sob 1mm, 2mm e 3mm de cerâmica (GN-I, GC), com ou sem a fotopolimerização (luz halógena convencional, Candelux VL-5, J. Morita Mfg., Corp.) à 800mW/cm². A dureza Knoop (KNH) foi medida antes KNH1 e, depois, KNH2, do armazenamento em 100% em solução de etanol à 37°C por 24h. Todas as propriedades dos cimentos diminuíram com o aumento da espessura da cerâmica. A exceção foi a resistência flexural no cimento Nexus 2. Quando a espessura da cerâmica aumentou, os componentes químicos dos cimentos duais não produziram compensação significativa para nenhuma das variáveis. As propriedades mecânicas e estruturais dos cimentos resinosos duais se mostraram dependentes da intensidade da irradiação de luz. Segundo os autores, uma adequada fotopolimerização é fundamental para se obter propriedades mecânicas ótimas e performance clínica satisfatória de materiais dentais resinosos. Os autores concluíram que melhorias nas condições de irradiação de luz, ou seja, o aumento nos períodos de fotopolimerização, bem como a irradiação multidirecional, são necessárias para suplantar a influência da espessura da cerâmica.

Peixoto et al. (2007) estudaram os efeitos da cor e da espessura da porcelana na transmissão de luz. Cento e vinte oito discos de porcelana Duceram (Degussa) foram confeccionados para combinar com quatro diferentes espessuras (1,5mm; 2mm; 3mm; e 4mm) e oito cores (A1, A4, B1, B4, C1, C4, D2, D4). A luz transmitida foi mensurada com um mensurador de energia digital (Newport Optical Power Meter). Foi calculado então o coeficiente de transmissão de luz, através da porcelana. Os dois aparelhos emissores de luz foram os modelos Optilux 401 e 403 (Demetron/Kerr), que são luzes halógenas. Com relação às amostras, os espécimes A1 e D2, com espessura de 1,5mm, apresentaram o maior percentual de transmissão de luz (8%). A porcelana, devido à diversidade dos seus componentes, é considerado um material, opticamente, heterogêneo. Isto leva à difusão de luz em várias direções, quando ela brilha, em cada um dos componentes, diminuindo a intensidade de luz transmitida. Os autores concluíram que, para a maioria das cores, há uma significativa redução na

porcentagem da transmissão de luz quando ocorre um aumento na espessura das amostras.

2.3 TESTE DE MICROTRAÇÃO

Van Noort et al. (1989) criticaram a ausência de valores consistentes de resistência de união à dentina, obtidos pelos testes de cisalhamento e de tração. Segundo os autores, é importante frisar que os valores de resistência de união não podem ser considerados como propriedades do material. Além disso, também foi colocada em xeque a maneira como esses procedimentos vinham acarretando interpretações ambíguas dos dados, por parte da comunidade científica. Afirmaram que as variações na resistência de união são, usualmente, relacionadas aos diferentes procedimentos adesivos. Contudo, pouca atenção vinha sendo dispensada aos detalhes dos testes utilizados. Os autores calcularam, através de análise de elemento finito, a sensibilidade da resistência adesiva a variações nas condições de teste. Foi demonstrado que a resistência de união ao cisalhamento e à tração são, altamente, dependentes da geometria do arranjo do teste (tamanho do espécime) e dos materiais envolvidos. Concluíram que o conceito de “estresse médio” para a medição da resistência de união, com os testes estudados, não suporta uma avaliação mais profunda. Isto demonstrou, segundo os autores, que havia uma necessidade de padronização dos procedimentos de teste para a mensuração dos valores de resistência de união, para que, desta maneira, possa haver uma comparação universal válida entre diferentes agentes de união.

Sano et al. (1994) avaliaram a hipótese nula de que não havia diferença entre a área de superfície aderida à dentina e a resistência de união por tração dos materiais adesivos. Para tal, molares humanos tiveram o esmalte da superfície oclusal removidos, expondo a dentina plana, que foi coberta com uma resina composta, formando uma coroa plana. Após 24h os espécimes foram seccionados, paralelamente, ao seu longo eixo em 10-20 lâminas finas, as quais continham resina composta em sua parte superior e dentina em sua parte inferior. Estas pequenas seções foram cortadas na interface adesiva com uma ponta diamantada em alta rotação, adquirindo um formato de “ampulheta”. A área de superfície foi variada alterando a espessura e a largura do espécime. A resistência de união por tração foi avaliada utilizando fixadores customizados presos a uma máquina de ensaios universal (Bencor Mult T, Danville Engineering Co.). Os resultados mostraram que a resistência de união por tração é, inversamente, relacionada à área de superfície aderida. Em áreas menores do que 2,31mm², todas as falhas foram caracterizadas como adesivas por natureza. Segundo os autores, este novo método permitiu a mensuração de altos valores de resistência adesiva, sem falhas coesivas da dentina e, quanto maior a área, maior é a exposição dos defeitos da interface e sua influência nos valores de resistência de união. Outra vantagem do novo método foi a possibilidade da realização de múltiplas medições com apenas um único dente. Esta foi a primeira publicação de um teste de microtração.

Shono et al. (1999) afirmaram que, durante o desenvolvimento do teste de microtração, grandes variações na resistência adesiva foram notadas entre seções seriais. A razão para estas variações era desconhecida. Desta forma, propuseram determinar a consistência da resistência de união resina-dentina, através da superfície oclusal da dentina coronal, dividindo uma coroa plana de resina aderida sobre a superfície dentinária em filetes com área de 1mm x 1mm, sendo que a parte superior era composta de resina e, a inferior, por dentina. Os filetes não foram cortados, o que possibilitou a obtenção de 20-30 amostras de 1mm x 1mm x 8mm, permitindo uma avaliação da uniformidade da adesão

resina-dentina. Os autores concluíram que as maiores diferenças estavam mais relacionadas à técnica do que ao material.

Ferrari et al. (2002) observaram, sob o MEV, amostras para microtração, em esmalte e dentina, com o objetivo de encontrar defeitos estruturais que pudessem ser responsáveis por possíveis falhas prematuras. Os adesivos utilizados foram o Clearfil SE (Kuraray) ou o Excite (Vivadent), de acordo com as instruções do fabricante. Sobre a dentina hibridizada foi construído um bloco de resina composta direta (marca não citada). Os cortes para a obtenção dos corpos-de-prova foram realizados. Em uma amostra de 80 filetes (0,8mm x 0,8mm), nenhum deles foi considerado livre de defeitos, apesar de não ter havido falha prematura durante o teste. Em dentina, a maioria das microrrachaduras foi observada ao nível da camada híbrida. Espaços foram, freqüentemente, observados nas interfaces entre os substratos.

De Munck et al. (2005) realizaram uma revisão crítica dos métodos de teste e resultados concernentes à durabilidade da adesão ao tecido dental. Os autores deixaram claro que os valores absolutos, obtidos nos testes de resistência de união, não podem ser utilizados para desenhar conclusões, ou serem comparados com dados recolhidos de outros trabalhos. Isto se deve às inúmeras variações encontradas nos testes. Apenas resultados relativos, no sentido de “A ser melhor do que B”, são uma base válida para futuras interpretações dos resultados. Não obstante, os testes de resistência de união poderem revelar valiosas informações clínicas, quando são realizados sob um formato bem controlado.

Sadek (2005) verificou a influência de seis variáveis experimentais com relação ao teste de resistência de união por microtração: o sistema adesivo; o formato e área de união dos corpos-de-prova; a velocidade e o equipamento de corte e a definição do grupo amostral no teste estatístico. As variáveis foram testadas em esmalte e em dentina, previamente, planejados. O estudo foi dividido em quatro fases: 1) O tipo de adesivo foi testado, 28 molares humanos divididos em 4 grupos, de acordo com o substrato e com o adesivo utilizado (Excite, Ivoclar Vivadent e Clearfil SE, Kuraray); 2) O formato do corpo-de-prova

foi avaliado, “palito” ou “ampulheta”, bem como a área de união das amostras (0,5mm x 0,5mm; 1mm x 1mm; 1,5mm x 1,5mm; e 2mm x 2mm). Sessenta e quatro dentes divididos em 16 grupos foram usados; 3) Foi testada a velocidade de corte para a obtenção dos espécimes, com 30 molares humanos divididos em 6 grupos; 4) O equipamento de corte (disco ou fio impregnados por diamante) foi testado, utilizando-se 40 molares divididos em 8 grupos. Em todas as fases, amostras foram selecionadas e preparadas para o MEV, enquanto o restante foi submetido ao teste de microtração. Após a análise estatística, observou-se que corpos-de-prova em forma de “palito” alcançaram valores maiores de resistência de união, em dentina. Quando a área de teste aumentou de 0,25mm² para 4mm², a resistência adesiva diminuiu, significativamente. Através do MEV, foi possível constatar amostras em forma de “ampulheta” apresentando linhas de fratura justamente à área de ação da ponta diamantada. A velocidade de corte não influenciou nos resultados dos espécimes em dentina. A autora concluiu que corpos-de-prova em forma de “ampulheta” devem ser evitados, recomendando dessa forma, o uso de amostras em forma de “palito”, com áreas próximas à 1mm².

Poitevin et al. (2008) avaliaram como seis variáveis nos parâmetros do teste de microtração influenciam os resultados. Os autores testaram a fixação dos microespécimes; a geometria das amostras; a área de superfície dos corpos-de-prova; a espessura da dentina remanescente dos microespécimes; os procedimentos empregados para se colar corpos-de-prova no dispositivo de teste e a velocidade de cruzeta do teste. Os resultados mostraram que o dispositivo de teste entalhado, como o dispositivo de Geraldelli, por exemplo, produz valores de resistência de união maiores do que os planos. Os corpos-de-prova em forma de filetes (1mm² de área na interface) apresentaram uma força de adesão maior, um menor desvio-padrão/coeficiente de variação, um padrão de fratura próximo à interface e permitiu a obtenção de um número maior de espécimes por dente, com relação aos corpos-de-prova cortados (1mm² de área na interface), que adquirem formato de “ampulheta”. Os resultados mais reproduzíveis foram atingidos quando utilizaram amostras em forma de filetes com 1mm². A área de superfície

dos espécimes em forma de filetes não diferiu em termos de resistência de união quando foram comparadas as áreas de $0,71\text{mm}^2$ vs 1mm^2 , coladas em um dispositivo para teste entalhado. Em espécimes colados em dispositivos entalhados, o procedimento de cola do corpo-de-prova não influenciou os resultados. A velocidade de cruzeta não influenciou a resistência de união por microtração. Valores de dentina remanescentes mais espessos (média de $2,46\text{mm}$) resultaram em resistência de adesão superior, com relação aos espécimes com uma dentina remanescente fina (média de $1,46\text{mm}$). Segundo os autores, o uso de dispositivos entalhados para o teste de microtração, também, foram responsáveis por uma diminuição da variação intradentes vs. interdentes, com relação a dispositivos planos. Fato que foi confirmado pelos resultados mais consistentes obtidos pelos dispositivos entalhados. Não obstante, frisam os autores, a padronização das variáveis interdentes e intradentes, devem ser respeitadas. Para isso, um número fixo de corpos-de-prova por dente deve ser postulado, minimizando diferenças regionais, à medida que também é estabelecido um número fixo de dentes por grupo. Todos estes fatores de melhor desempenho, citados no texto, resultam num maior e mais representativo número de falhas interfaciais, mesmo para os adesivos mais resistentes. Os autores concluíram que deve ser dispensada especial atenção à metodologia das variáveis do teste de resistência de união por microtração, já que influenciam diretamente na confiabilidade e reprodutibilidade do teste.



Proposição

3 PROPOSIÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo testar a hipótese de que diferentes técnicas e sistemas de cimentação influenciam a resistência de união de uma cerâmica reforçada por leucita à dentina. Para tal, as seguintes metodologias serão utilizadas:

- a) Determinar a resistência de união através do teste mecânico de microtração;
- b) Determinar os padrões de fratura dos filetes testados na microtração.



Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO, ARMAZENAMENTO E LIMPEZA DOS ELEMENTOS DENTAIS

Inicialmente, o Projeto de Pesquisa foi submetido à avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (projeto número 370/07). A coleta dos elementos dentais só foi realizada após a devida aprovação do projeto, com o respectivo parecer consubstanciado (ANEXO A).

Para esta pesquisa foram selecionados 27 dentes terceiros molares superiores e inferiores hígidos, recém-extraídos por razões cirúrgicas, nas Clínicas de Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina. Os dentes foram armazenados em água destilada, dentro de potes de vidro, hermeticamente selados, desde o momento após a extração até a sua utilização nesta pesquisa, tempo este que não foi superior a dois meses. A doação dos dentes foi consentida pelos pacientes através da assinatura de um Termo de Doação (APÊNDICE B), atendendo a Resolução nº 196 de 10 de Outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde (Brasília, DF, Brasil).

Todos os dentes foram limpos com curetas de raspagem periodontal Gracey Duflex 11/12 e 13/14 (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Após a remoção dos restos de tecido periodontal, uma cuidadosa profilaxia com pedra-pomes e água

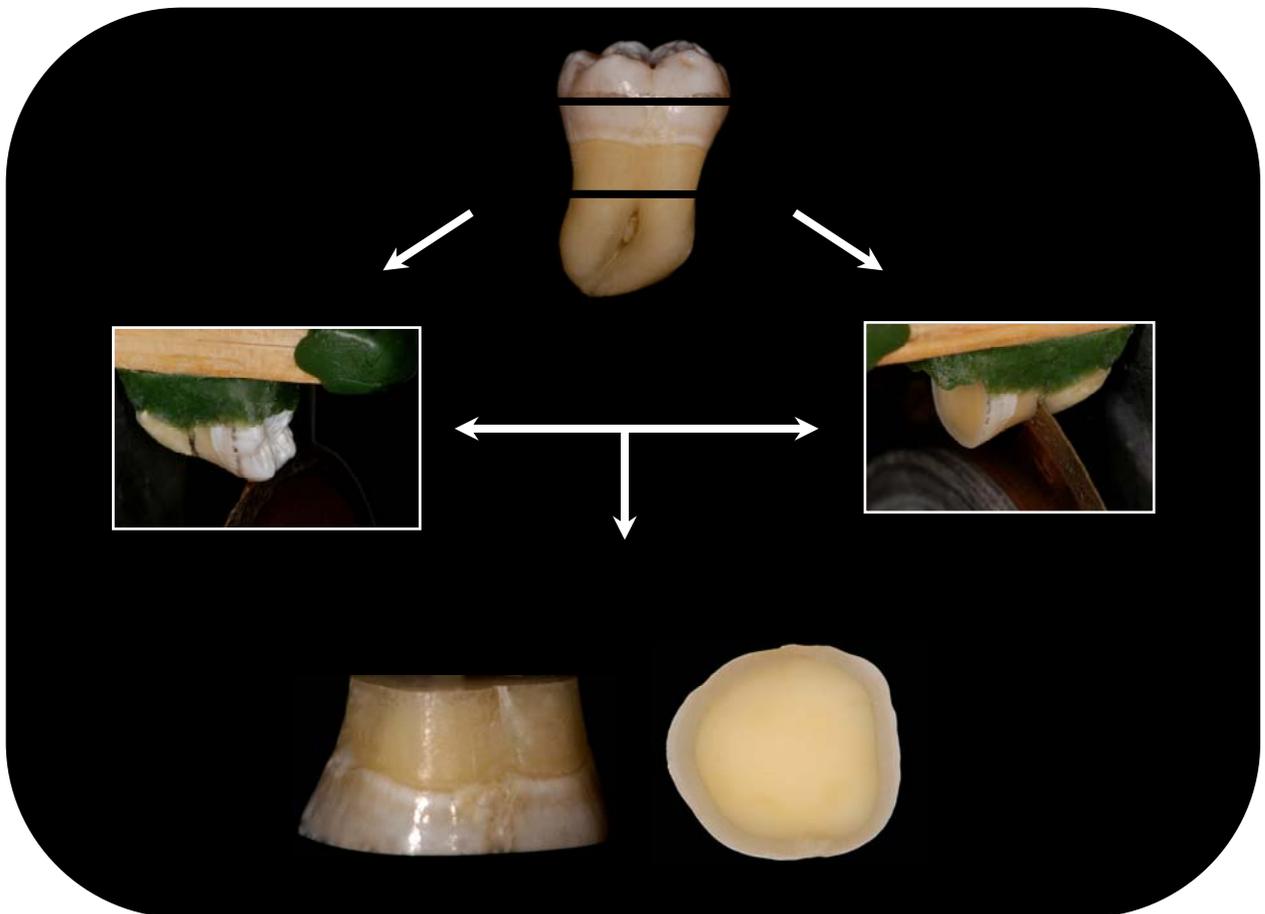
foi realizada, completando a limpeza dos dentes. Os elementos dentais que possuíam más formações ou anomalias foram eliminados da pesquisa, bem como aqueles com o ápice incompleto. Durante o tempo em que foram armazenados, previamente, à pesquisa e após a limpeza, os dentes foram mantidos refrigerados a 4°C.

4.2 PREPARO DOS DENTES

4.2.1 Remoção do esmalte oclusal e de parte da raiz

Para uma remoção padronizada do esmalte oclusal, visando o acesso à dentina média, foi demarcado com grafite um ponto para o corte, localizado a 2mm da superfície oclusal (a partir do fundo do sulco principal), no sentido cervical. O ponto relativo à remoção de parte da raiz foi localizado 4mm abaixo da JCE e, também, demarcado com grafite. Os dentes foram fixados com godiva de baixa fusão (Godiva Exata, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) em um dispositivo de madeira acoplado ao braço da máquina Isomet 1000 (Buehler, Lake Buff, IL, Estados Unidos). Os cortes foram realizados com um disco diamantado, com dimensões de 102mm de diâmetro x 0,3mm de espessura (Buehler, Lake Buff, IL, Estados Unidos) sob refrigeração com água, a uma velocidade de 250rpm, com peso de 100g. Inicialmente, foi realizada a remoção do esmalte oclusal e, em seguida, o corte da raiz. Concluídos os desgastes, a superfície dental foi analisada com uma lupa (4X de aumento), para que fosse detectada a presença de esmalte residual. Nos casos em que foi observada a presença de esmalte remanescente

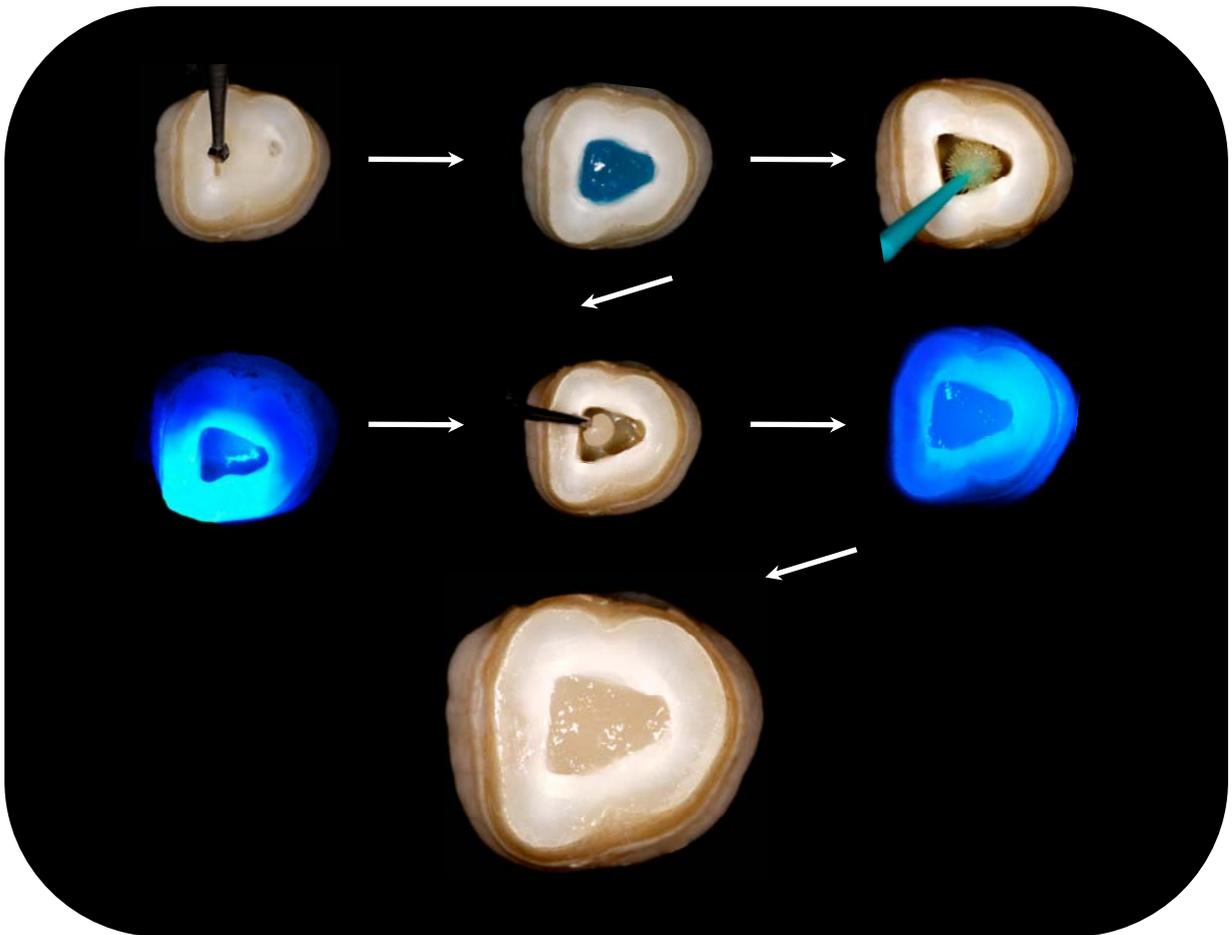
após o corte, completou-se a sua remoção com lixas d'água de granulação 180 (3M, Sumaré, SP, Brasil) acopladas a uma politriz (DP-10, Panambra, São Paulo, SP, Brasil). Ao fim do processo de remoção do esmalte oclusal, os dentes apresentaram uma superfície plana, expondo a dentina média, circundada por esmalte (QUADRO 2).



Quadro 2 - Fluxograma das etapas de corte do dente para a obtenção da superfície de dentina plana, circundada por esmalte, a ser testada. O primeiro corte foi realizado na coroa, e o segundo na raiz, de acordo com as marcações.

4.2.2 Preenchimento da câmara pulpar

Para que não houvesse riscos de se obter filetes incompletos dos espécimes para o teste de microtração, foi necessário o preenchimento da câmara pulpar com resina composta fotopolimerizável. O acesso à câmara pulpar foi realizado com brocas esféricas de aço (número 1016, KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil), montadas em um contra-ângulo de baixa rotação (Kavo do Brasil Indústria e Comércio, Joinville, SC, Brasil). Cabe frisar que este acesso à câmara pulpar foi realizado pela face oposta à testada na pesquisa, ou seja, pela porção radicular. Para a remoção do tecido pulpar foi utilizada uma colher de dentina (SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), cautelosamente, para que o tecido dentinário subjacente não fosse lesado. A câmara pulpar foi condicionada com ácido fosfórico 35% (Scotchbond Etchant, 3M EPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) por 15s, lavada abundantemente com água durante 15s, e levemente seca com jatos de ar por 3s. Foi aplicado o sistema adesivo (Adper Single Bond 2, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) com duas camadas consecutivas, seco por 5s com jatos de ar, e fotopolimerizado por 20s (3M Curing Light 2500, 3M Dental Products, 600mW/cm², 3M ESPE ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) (aferido no radiômetro Demetron, Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos). O preenchimento da câmara pulpar com resina composta direta (Opallis, FGM, Joinville, SC, Brasil, cor A2), foi realizado com incrementos de aproximadamente 2mm, sendo iniciado pela porção correspondente aos cornos pulpares, e seguido pelo preenchimento do restante da câmara pulpar (QUADRO 3).

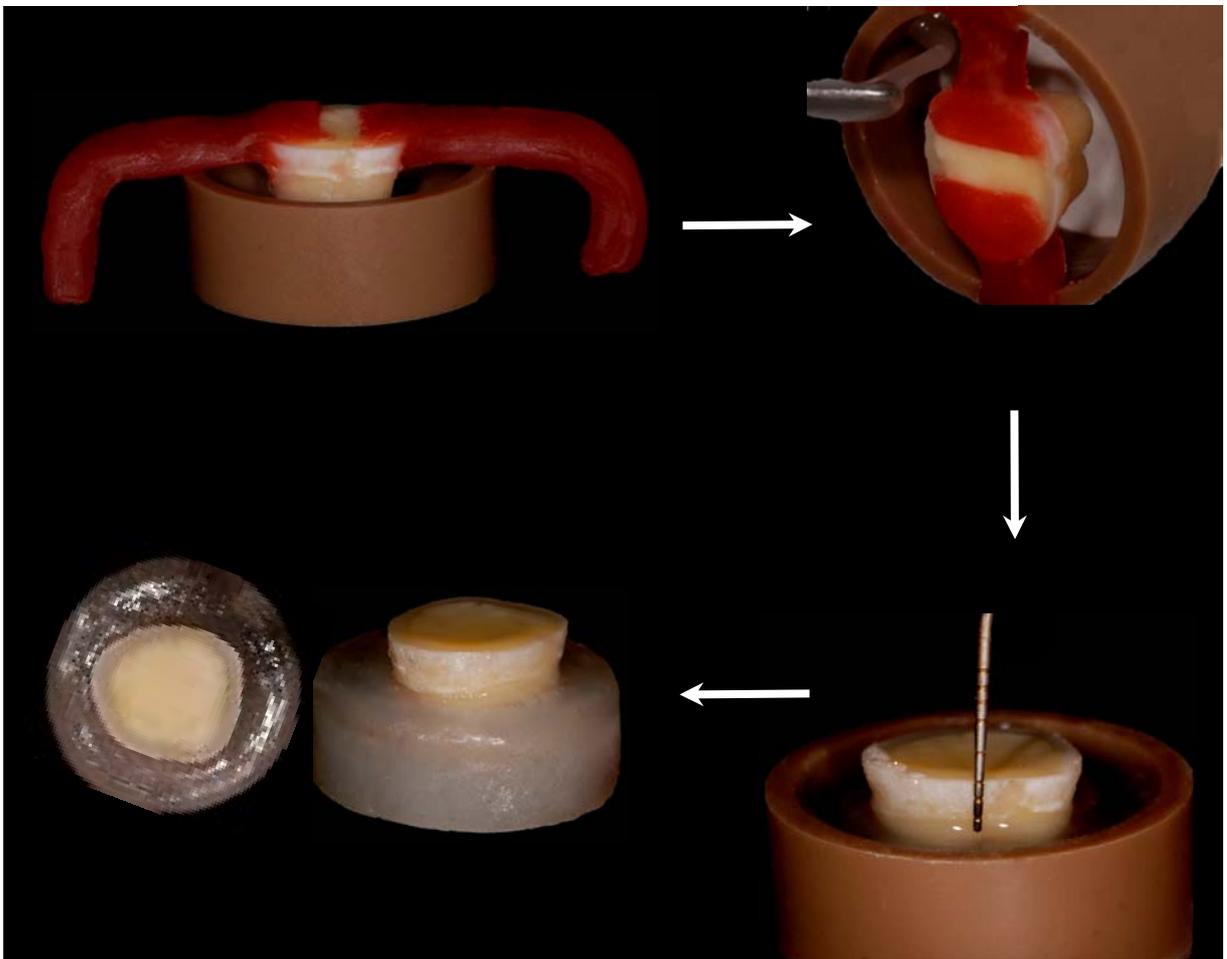


Quadro 3 - Fluxograma do preenchimento da câmara pulpar com resina composta. O acesso à câmara pulpar foi realizado com uma broca de aço, seguido dos procedimentos adesivos e inserção da resina composta de forma incremental até o preenchimento completo da câmara.

4.2.3 Inclusão dos dentes

Para padronizar os procedimentos de cimentação e visando facilitar o manuseio dos espécimes durante o teste, os dentes foram incluídos, individualmente, em cilindros de PVC com diâmetro de 32mm (Bucha de redução soldável, Tigre, Joinville, SC, Brasil), previamente isolados com vaselina sólida.

Os cilindros foram preenchidos com resina acrílica autopolimerizável (Jet Clássico, São Paulo, SP, Brasil) e os dentes inseridos, verticalmente, fixados com bastões de cera utilidade (New Wax, Technew, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), de maneira que a porção radicular fosse recoberta até a distância de 3mm apical à JCE. Os bastões de cera utilizados foram removidos após a polimerização da resina acrílica (QUADRO 4).



Quadro 4 - Fluxograma da inclusão do dente cortado em resina acrílica autopolimerizável. O elemento dental foi estabilizado com cera, no interior de um cilindro de PVC. O cilindro foi preenchido com resina acrílica autopolimerizável. A parte exposta do dente corresponde a 3mm.

4.3 DIVISÃO DOS GRUPOS

Os 3 sistemas e as 3 técnicas de cimentação que foram utilizados para a formação dos grupos deste estudo estão dispostos a seguir.

4.3.1 Sistema de cimentação OP

No sistema de cimentação OP, foi utilizado o sistema adesivo Optibond FL (Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos). Neste sistema adesivo, o dente é condicionado com ácido fosfórico a 35% e é apresentado em dois frascos separados (Primer + Adesivo). O cimento resinoso dual relativo ao sistema de cimentação OP é o Nexus 2 (Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos) (QUADROS 5, 6 e 7).

4.3.2 Sistema de cimentação SB

No sistema de cimentação SB, o adesivo utilizado foi o Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos). Quando este adesivo é utilizado o dente também recebe o condicionamento ácido total com ácido fosfórico a 35%, todavia ele se apresenta em frasco único (Primer/Adesivo). O cimento resinoso dual indicado ao sistema de cimentação SB é o Rely X ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) (QUADROS 5, 6 e 7).

4.3.3 Sistema de cimentação CF

No último sistema de cimentação, CF, foi utilizado o adesivo Clearfil SE (Kuraray, Osaka, Japão). Este é um adesivo autocondicionante, ou seja, que dispensa o condicionamento com ácido fosfórico, em virtude de possuir um primer acídico em um frasco e o adesivo hidrófobo em um segundo frasco. O cimento resinoso dual referente ao sistema de cimentação CF é o Panavia F (Kuraray, Osaka, Japão) (QUADROS 5, 6 e 7).

4.3.4 Técnica de cimentação C

Na técnica C, denominada controle, os sistemas adesivos Optibond FL (Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos), Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) e Clearfil SE (Kuraray, Osaka, Japão) e os respectivos cimentos resinosos (Nexus 2, Rely X ARC e Panavia F) foram fotopolimerizados, simultaneamente, após o assentamento da cerâmica. Insta salientar que nesta técnica de cimentação não há a fotopolimerização prévia do sistema adesivo (QUADRO 7).

4.3.5 Técnica de cimentação P

Na técnica P, os sistemas adesivos foram fotopolimerizados de acordo com o tempo preconizado pelos fabricantes. Após a fotopolimerização do adesivo, o cimento resinoso foi inserido na superfície dental, seguido do assentamento da

peça cerâmica e de nova fotopolimerização, desta vez direcionada ao cimento resinoso (QUADRO 7).

4.3.6 Técnica de cimentação S

Neste protocolo de cimentação foi aplicada a técnica do selamento dentinário imediato, na qual o sistema adesivo é aplicado e fotopolimerizado uma vez, logo após o preparo do espécime e antes da restauração provisória. No momento da cimentação, o adesivo é novamente aplicado, sendo, nesta segunda aplicação, fotopolimerizado, simultaneamente, com o cimento resinoso após o assentamento da cerâmica (QUADRO 7).

Os grupos desta pesquisa foram definidos a partir do cruzamento dos 3 sistemas de cimentação com as 3 técnicas de cimentação, formando 9 grupos de 3 dentes cada, dispostos de acordo com o QUADRO 7.

Sistemas Adesivos	Composição	Modo de uso	Lote (número)
Optibond FL (Kerr)	<p>Condicionamento ácido fosfórico à 35%.</p> <p>Primer: HEMA, GPDM, PAMM, etanol, água e fotoiniciador.</p> <p>Adesivo: TEGDMA, UDMA, GPDM, HEMA, Bis-GMA, partículas de carga e fotoiniciador.</p>	<p>Aplicação do ácido por 15s em dentina.; lavagem abundante por 15s; leve jato de ar por 5s; vigorosa aplicação do primer por 15s; aplicação de uma fina camada de adesivo e fotopolimerização por 30s.</p>	<p>Primer: 455251</p> <p>Adesivo: 2712091</p>
Adper Single Bond(3M ESPE)	<p>Condicionamento ácido fosfórico à 35%.</p> <p>Adesivo: Bis-GMA, HEMA, UDMA, glicerolato bisfenol A, copolímero ácido polialquenoico, dimetacrilato, água e etanol.</p>	<p>Aplicação do ácido por 15s em dentina.; lavagem abundante por 15s; leve jato de ar por 5s; aplicação de duas camadas do adesivo consecutivamente; secagem leve por 5s e fotopolimerização por 30s.</p>	6JN
Clearfil SE (Kuraray)	<p>primer: MDP, HEMA, CQ, N,N-dietanol p-toluidina, dimetacrilato hidrofílico, dl-canfroquinona e água</p> <p>adesivo: MDP, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico, dl canfroquinona, N,N-dietanol p-toluidina e sílica coloidal</p>	<p>Aplicação do primer em dentina, e espera por 20s; leve jato de ar; aplicação do adesivo; leve jato de ar; fotopolimerização por 10s.</p>	<p>Primer: 00727A</p> <p>Adesivo: 01044A</p>

Quadro 5 - Composição e modo de aplicação, segundo as instruções do fabricante, dos sistemas adesivos testados no experimento.

Cimento Resinoso	Apresentação	Composição	Aplicação	Lote (número)
Nexus 2 (Kerr)	pasta/pasta + ponta misturadora	Base: Bis-GMA, canfroquinona e vidro aluminoborossilicato de bário. Catalisador: Bis- GMA, dimetacrilato glicol trietileno, vidro aluminoborossilicato de bário	a ponta misturadora do material acoplada ao aplicador, insere o cimento sobre a dentina	2757005
Rely X ARC (3M ESPE)	pasta/pasta	Bis-GMA, TEGDMA, polímero dimetacrilato, partículas de zircônia e sílica	manipulação com espátula de plástico; inserção com sonda sobre a dentina	FGGN
Panavia F (Kuraray)	pasta A + pasta B	pasta A: MDP, 5- NMSA, sílica, monômero dimetacrilato, foto- iniciador e acelerador pasta B: vidro de bário, fluoreto de sódio, monômero dimetacrilato e BPO	manipulação com espátula de plástico; inserção com sonda sobre a dentina	pasta A: 00246A pasta B: 00024B

Quadro 6 - Apresentação, composição e modo de aplicação dos cimentos resinosos duais.

Nome	Técnica de cimentação	Sistema Adesivo	Cimento Resinoso	Marca Comercial
OPC	sem pré-polimerização do adesivo	Optibond FL	Nexus 2	Kerr
OPP	com pré- polimerização do adesivo	Optibond FL	Nexus 2	Kerr
OPS	selamento dentinário imediato	Optibond FL	Nexus 2	Kerr
SBC	sem pré-polimerização do adesivo	Adper Single Bond 2	Rely X ARC	3M ESPE
SBP	com pré- polimerização do adesivo	Adper Single Bond 2	Rely X ARC	3M ESPE
SBS	selamento dentinário imediato	Adper Single Bond 2	Rely X ARC	3M ESPE
CFC	sem pré-polimerização do adesivo	Clearfil SE	Panavia F	Kuraray
CFP	com pré- polimerização do adesivo	Clearfil SE	Panavia F	Kuraray
CFS	selamento dentinário imediato	Clearfil SE	Panavia F	Kuraray

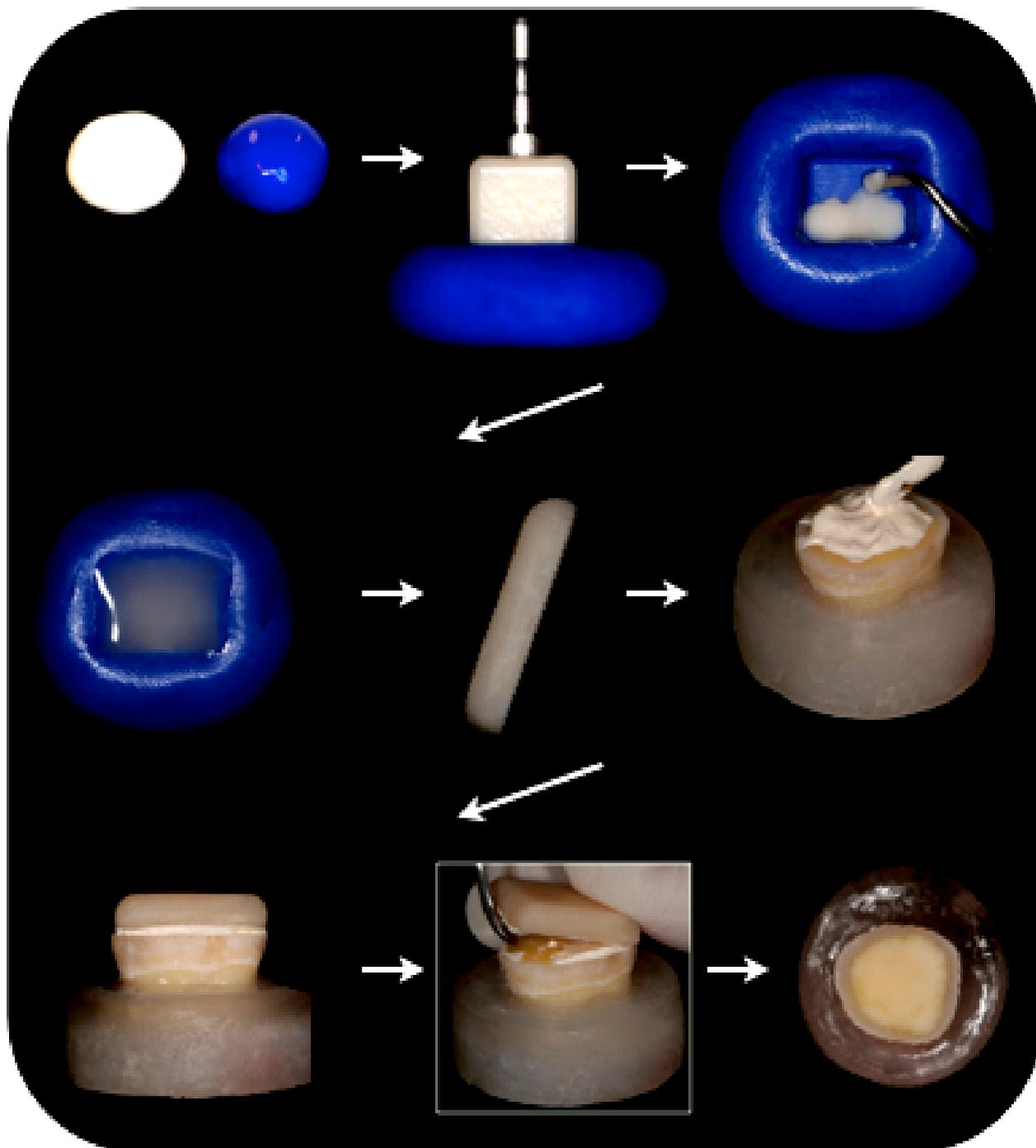
Quadro 7 - Divisão dos Grupos de acordo com a técnica de cimentação e sistema adesivo/cimento resinosos utilizados.

4.4 FASE DE TEMPORIZAÇÃO

Após a inclusão, a superfície dentinária das amostras de todos os grupos, foi asperizada com uma lixa d'água de granulação 600 (3M, Sumaré, SP, Brasil), molhada, durante 10s. Este procedimento serve para simular a formação da lama dentinária. Os espécimes foram lavados com *spray* de ar/água e secos com ar. Nos dentes que pertenciam ao Grupo S, cada sistema adesivo foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante. Após a fotopolimerização do adesivo (3M Curing Litght 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600mW/cm²), um gel bloqueador de oxigênio à base de glicerina (KY, Jonhson & Jonhson, New Brunswick, NJ, Estados Unidos) foi aplicado por sobre a superfície do dente e uma nova fotopolimerização foi realizada por 20s (p. 105).

O gel foi removido com *spray* de ar/água e o dente seco com ar. Nos Grupos C e P não houve aplicação do sistema adesivo, previamente, à temporização. Sendo assim, nos grupos C e P, após a asperização com a lixa de granulação 600, e no grupo S, após a aplicação do sistema adesivo, foi cimentada uma restauração provisória à base de resina química autopolimerizável (Duralay, Polidental, Cotia, SP, Brasil), com um cimento temporário livre de eugenol (Rely X Temp, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos).

As restaurações provisórias foram confeccionadas a partir de um molde da cerâmica utilizada no estudo (ProCad, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lietchtestein), feito com a base pesada de uma silicona de adição (Virtual, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lietchtestein)). Os dentes com as restaurações provisórias foram armazenados em água por uma semana, a uma temperatura de 37°C. Passados os 7 dias, a restauração provisória foi removida e o remanescente do cimento temporário foi, suavemente, retirado com uma colher de dentina (QUADRO 8).



Quadro 8 - Fluxograma da confecção, cimentação e remoção das restaurações provisórias. A base pesada de uma silicóna de adição moldou o bloco de cerâmica. Este molde foi vazado com resina acrílica autopolimerizável, gerando as pastilhas que serviram de restaurações provisórias. Elas foram cimentadas com um cimento temporário. Após uma semana, a restauração, bem como os remanescentes do cimento, foram removidos com o auxílio de uma colher de dentina.

4.5 FASE DE CIMENTAÇÃO

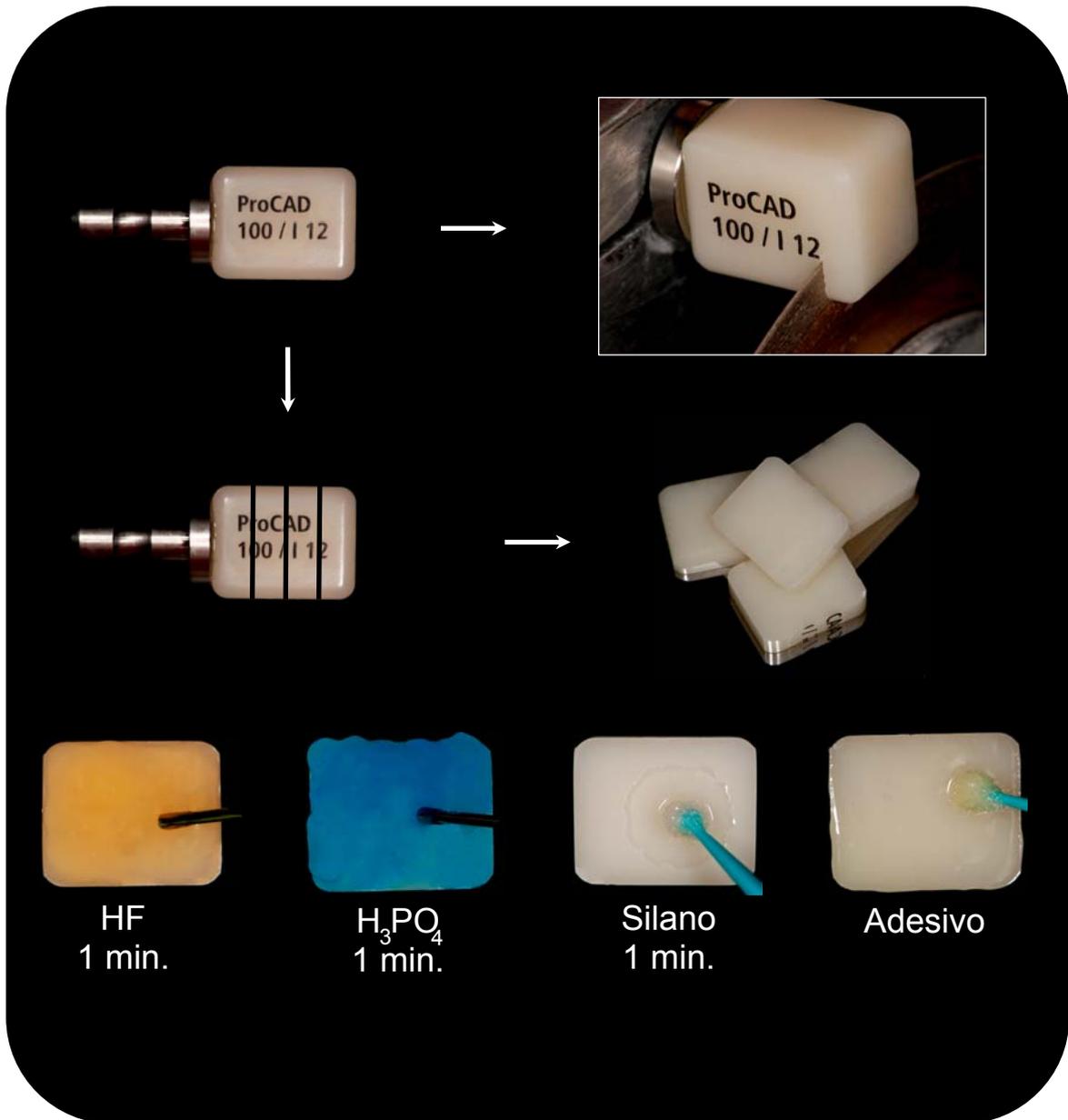
4.5.1 Preparo da superfície cerâmica

Com o objetivo de reproduzir uma condição clínica comum, foram confeccionadas pastilhas de cerâmica para serem cimentadas sobre os dentes. Estas foram produzidas a partir de blocos pré-fabricados de cerâmica feldspática reforçada com leucita (ProCad, tamanho 112, cor 100, lote H22577, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), destinados às restaurações do tipo CAD/CAM.

Os blocos cerâmicos foram adaptados à máquina de corte Isomet 1000 (Buehler, Lake Buff, IL, Estados Unidos) e cortados, perpendicularmente, ao seu longo eixo, sob refrigeração por água, a uma velocidade de 300rpm e peso de 100g. Cada bloco pré-fabricado de cerâmica produziu 4 pastilhas de 3mm cada. Depreende-se, então, que esta pesquisa utilizou 7 blocos de cerâmica ProCad (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lietchtestein)).

O pré-tratamento da superfície interna de cada pastilha cerâmica foi iniciado pela aplicação por 1min do ácido fluorídrico (HF) a 10% (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil). A cerâmica foi lavada, abundantemente, com *spray* de ar/água por 20s, seguido de uma secagem com ar. O próximo passo foi a remoção dos debris remanescentes do condicionamento da cerâmica com HF, por meio de uma limpeza com ácido fosfórico a 35% (H_3PO_4) (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) por 1min. O ácido foi removido através de lavagem abundante com *spray* de ar/água por 15s e secagem com ar. O agente silano recomendado pelos fabricantes de cada um dos sistemas testados foi aplicado com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil). A forma de aplicação está descrita no QUADRO 9. No momento da cimentação, apenas o adesivo foi

aplicado sobre a cerâmica com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), no caso dos sistemas OP (Optibond Bond) e CF (Clearfil SE Bond), e do adesivo, no sistema SB (Adper Single Bond 2), seguido de leve secagem por 5s (QUADRO 10).



Quadro 9 - Fluxograma esquemático apresentando a obtenção das pastilhas de cerâmica a partir do bloco ProCad, além da seqüência de pré-tratamento das pastilhas previamente à cimentação. Cada bloco de cerâmica, após o corte, gerou 4 pastilhas com espessura de 3mm cada. Cada pastilha foi inicialmente tratada com ácido fluorídrico 10% por 1min e, após lavagem abundante, com ácido fosfórico por 1min. Após a lavagem com água, o agente silano foi aplicado, de acordo com cada fabricante, por 1 min, e o sistema adesivo foi inserido, imediatamente, antes da cimentação.

Sistema de Cimentação	Agente Silano	Modo de uso	Lote (número)
Optibond FL/ Nexus 2 (Kerr)	Silane Primer	aplicação por 1min na superfície interna da cerâmica	2753890
Adper Single Bond/Rely X ARC (3M ESPE)	Rely X Ceramic Primer	aplicação por 1min na superfície interna da cerâmica	6XN
Clearfil SE/ Panavia F (Kuraray)	Clearfil SE Primer + Porcelain Bond Activator	mistura de uma gota do primer do sistema Clearfil SE Bond + uma gota do Porcelain bond activator; aplicação por 1min na superfície interna da cerâmica	Primer: 00727A Porcelain Bond Activator: 00208B

Quadro 10 - Modo de aplicação, nome comercial e fabricante de cada agente silano, de acordo com o sistema de cimentação utilizado.

4.5.2 Preparo da superfície dentinária

Nos elementos dentais de cada grupo testado foram realizados os passos relativos ao procedimento de cimentação conforme apresentado a seguir.

4.5.2.1 Grupo OPC

Nestes dentes foi realizado o condicionamento da dentina com ácido fosfórico 35% (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) por 15s, lavagem

abundante por 15s com *spray* de ar/água e leve secagem com ar por 5s. O primer (Optibond FL Primer, Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos) do sistema Optibond FL (Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos) foi aplicado com um pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), friccionando-o por 15s sobre a dentina, seguido de leve secagem com ar por 5s. O próximo passo foi a aplicação de uma camada de adesivo (Optibond FL Bond, Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos), com um pincel descartável e leve secagem com ar por 5s. O Cimento Resinoso Nexus 2 (Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos) foi misturado e aplicado sobre a dentina; este cimento possui uma ponta de automistura, que é acoplada ao aplicador, de maneira que o cimento é levado diretamente ao dente. O assentamento da pastilha cerâmica foi realizado sob pressão padronizada de 1kg (p. 113). Os excessos de cimento foram removidos com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil). A fotopolimerização foi então iniciada com duração de 40s em cada face (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600mW/cm²), totalizando 200s.

4.5.2.2 Grupo OPP

Nos dentes deste Grupo foi realizado o condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 35% (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) por 15s, lavagem abundante por 15s com *spray* de ar/água e leve secagem com ar por 5s. O primer (Optibond FL Primer, Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos) do sistema Optibond FL (Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos) foi aplicado com um pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), friccionando-o por 15s sobre a dentina, seguido de leve secagem com ar por 5s. O próximo passo foi a aplicação de uma camada de adesivo (Optibond FL Bond) com um pincel descartável, seguido de leve secagem com ar por 5s. O sistema adesivo foi fotopolimerizado por 30s (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600mW/cm²). O Cimento Resinoso Nexus 2 (Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos) (QUADRO 7) foi, então, misturado e aplicado sobre a dentina. O assentamento da pastilha cerâmica foi realizado sob pressão padronizada de 1kg (p. 113). Os excessos de

cimento foram removidos com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil). A fotopolimerização foi então iniciada com duração de 40s em cada face (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600 mW/cm²), totalizando 200s.

4.5.2.3 Grupo OPS

Nos elementos dentais do grupo OPS foi realizado um jateamento com partículas de óxido de alumínio (Bio-Art, São Carlos, SP, Brasil, 50µm, 4.5 bar, 1cm de distância), por, aproximadamente, 4s na superfície dentinária pré-hibridizada (p. 106). Este procedimento foi seguido de lavagem abundante por 10s com *spray* de ar/água e secagem com ar. Foi realizada uma limpeza da superfície dentinária pré-hibridizada com ácido fosfórico a 35% (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) por 30s, lavagem abundante por 15s com *spray* de ar/água e leve secagem com ar por 5s. O próximo passo foi a aplicação de uma fina camada de adesivo (Optibond FL Bond, Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos) com um pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), seguido de leve secagem com ar por 5s. O Cimento Resinoso Nexus 2 (Kerr, Romulus, CA, Estados Unidos) foi misturado e aplicado sobre a dentina. O assentamento da pastilha cerâmica foi realizado sob pressão padronizada de 1kg (p. 113). Os excessos de cimento foram removidos com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil). A fotopolimerização foi, então, iniciada com duração de 40s em cada face (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600 mW/cm²), totalizando 200s.

4.5.2.4 Grupo SBC

Nestes dentes foi realizado o condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 35% (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) por 15s, lavagem

abundante por 15s com *spray* de ar/água e leve secagem com ar por 5s. O adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) foi aplicado em duas camadas consecutivas com um pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), seguido de leve secagem com ar por 5s. O cimento Rely X ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) (QUADRO 7) foi manipulado com uma espátula de plástico sobre um bloco especial cedido pelo fabricante. O cimento foi aplicado sobre a dentina; o cimento Rely X ARC é apresentado na forma de um dispensador que libera as duas pastas do cimento após um clique, para que as mesmas possam ser misturadas. Foi realizado o assentamento da pastilha cerâmica sob pressão padronizada de 1kg (p. 113). Os excessos de cimento foram removidos com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil). A fotopolimerização foi, então, iniciada com duração de 40s em cada face (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600mW/cm²), totalizando 200s.

4.5.2.5 Grupo SBP

Nestes dentes foi realizado o condicionamento da dentina com ácido fosfórico a 35% (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) por 15s, lavagem abundante por 15s com *spray* de ar/água e leve secagem com ar por 5s. O adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) foi aplicado em duas camadas consecutivas com um pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), seguido de leve secagem por 5s. O sistema adesivo foi fotopolimerizado por 30s (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600mW/cm²). O cimento Rely X ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) foi manipulado com uma espátula de plástico, sobre um bloco especial cedido pelo fabricante. O cimento foi aplicado sobre a dentina. Foi realizado o Assentamento da pastilha cerâmica sob pressão padronizada de 1kg (p. 113). Os excessos de cimento foram removidos com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil). A fotopolimerização foi, então, iniciada

com duração de 40s em cada face (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600mW/cm²), totalizando 200s.

4.5.2.6 Grupo SBS

Nos elementos dentais do grupo SBS foi realizado um jateamento com partículas de óxido de alumínio (Bio-Art, São Carlos, SP, Brasil, 50µm, 4.5 bar, 1cm de distância) na superfície dentinária pré-hibridizada por, aproximadamente, 4s (p. 113). Este procedimento foi seguido de lavagem abundante por 10s com *spray* de ar/água e secagem com ar. Foi realizada uma limpeza da superfície dentinária pré-hibridizada com ácido fosfórico a 35% (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) por 30s, lavagem abundante por 15s com *spray* de ar/água e leve secagem com ar por 5s. O próximo passo foi a aplicação de uma camada do adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) com um pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), seguido de leve secagem com ar por 5s. O cimento Rely X ARC (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) foi manipulado com uma espátula de plástico, sobre um bloco especial cedido pelo fabricante. O cimento foi aplicado sobre a dentina. O assentamento da pastilha cerâmica foi realizado sob pressão padronizada de 1kg (p. 113). Os excessos de cimento foram removidos com pincel descartável. A fotopolimerização foi, então, iniciada com duração de 40s em cada face (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600mW/cm²), totalizando 200s.

4.5.2.7 Grupo CFC

Nos dentes do sistema CFC não houve condicionamento da dentina com ácido fosfórico. Foi realizada a aplicação do primer (Clearfil SE Primer, Kuraray, Osaka, Japão) do sistema Clearfil SE (Kuraray, Osaka, Japão) sobre a dentina,

com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil) e espera por 20s, seguido de um leve jato de ar. O adesivo (Clearfil SE Bond, Kuraray, Osaka, Japão) foi aplicado com um pincel descartável, também seguido de um leve jato de ar. O cimento resinoso Panavia F (Kuraray, Osaka, Japão) (QUADRO 7) foi manipulado com espátula de plástico sobre um bloco especial e aplicado sobre a dentina; o cimento Panavia F é apresentado na forma de duas pastas, que devem ser dispensadas em quantidades iguais e serem misturadas. O assentamento da pastilha cerâmica foi realizado sob pressão padronizada de 1kg (p. 113). Após a remoção dos excessos de cimento com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), o bloqueador de oxigênio Oxyguard II (Kuraray, Osaka, Japão) foi aplicado ao redor da interface dente/cerâmica. A fotopolimerização foi, então, iniciada com duração de 40s em cada face (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600mW/cm²), totalizando 200s.

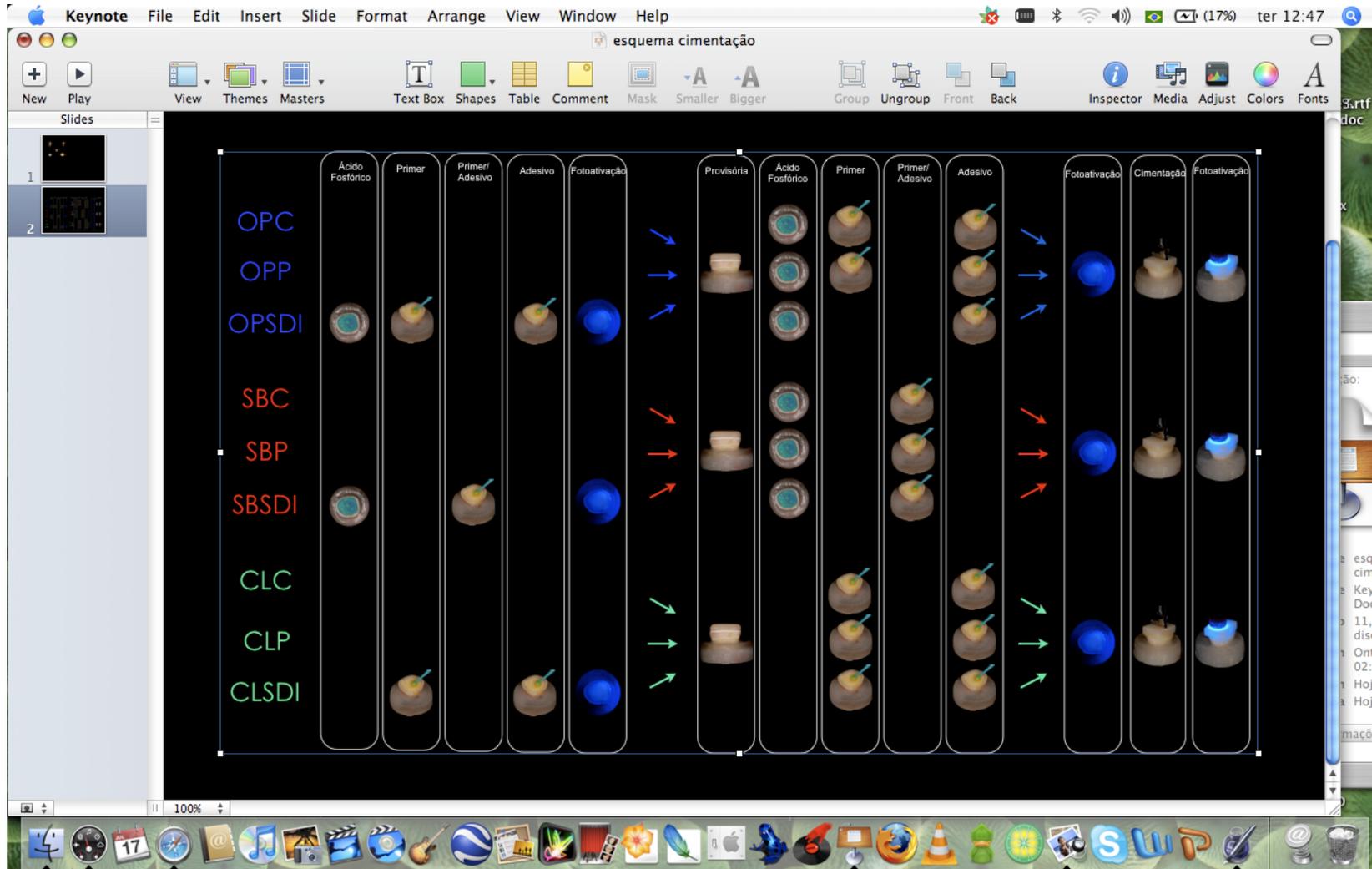
4.5.2.8 Grupo CFP

Nestes dentes foi realizada a aplicação do primer (Clearfil SE Primer, Kuraray, Osaka, Japão) do sistema Clearfil SE (Kuraray, Osaka, Japão) sobre a dentina, com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), e espera por 20s, seguido de um leve jato de ar. O adesivo (Clearfil SE Bond, Kuraray, Osaka, Japão) foi aplicado com um pincel descartável, também seguido de um leve jato de ar. O sistema adesivo foi fotopolimerizado por 10s (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600mW/cm²). O cimento resinoso Panavia F (Kuraray, Osaka, Japão) foi manipulado e inserido sobre a dentina. O assentamento da pastilha cerâmica foi realizado sob pressão padronizada de 1kg (p. 113). Após a remoção dos excessos de cimento com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil), o bloqueador de oxigênio Oxyguard II (Kuraray, Osaka, Japão) foi aplicado ao redor da interface dente/cerâmica. A fotopolimerização foi, então, iniciada com duração de 40s em cada face (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600mW/cm²), totalizando 200s.

4.5.2.9 Grupo CFS

Nos elementos dentais do grupo CFS foi realizado um jateamento com partículas de óxido de alumínio (Bio-Art, São Carlos, SP, Brasil, 50µm, 4.5 bar, 1cm de distância) na superfície dentinária pré-hibridizada por, aproximadamente, 4s (p. 113). Este procedimento foi seguido de lavagem abundante por 10s com *spray* de ar/água, e secagem com ar. Foi realizada uma limpeza da superfície dentinária pré-hibridizada com ácido fosfórico a 35% (3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos) por 30s, lavagem abundante por 15s com *spray* de ar/água, e leve secagem com ar por 5s. Foi realizada a aplicação do primer (Clearfil SE Primer, Kuraray, Osaka, Japão) do sistema Clearfil SE (Kuraray, Osaka, Japão) sobre a dentina, com pincel descartável (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil) e espera por 20s, seguido de um leve jato de ar. O adesivo (Clearfil SE Bond, Kuraray, Osaka, Japão) foi aplicado com um pincel descartável, também seguido de um leve jato de ar. O cimento resinoso Panavia F (Kuraray, Osaka, Japão) foi manipulado e inserido sobre a dentina. O assentamento da pastilha cerâmica foi realizado sob pressão padronizada de 1kg (p. 113). Após a remoção dos excessos de cimento com pincel descartável, o bloqueador de oxigênio Oxyguard II (Kuraray, Osaka, Japão) foi aplicado ao redor da interface dente/cerâmica. A fotopolimerização foi, então, iniciada com duração de 40s em cada face (3M Curing Light 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos, 600mW/cm²), totalizando 200s.

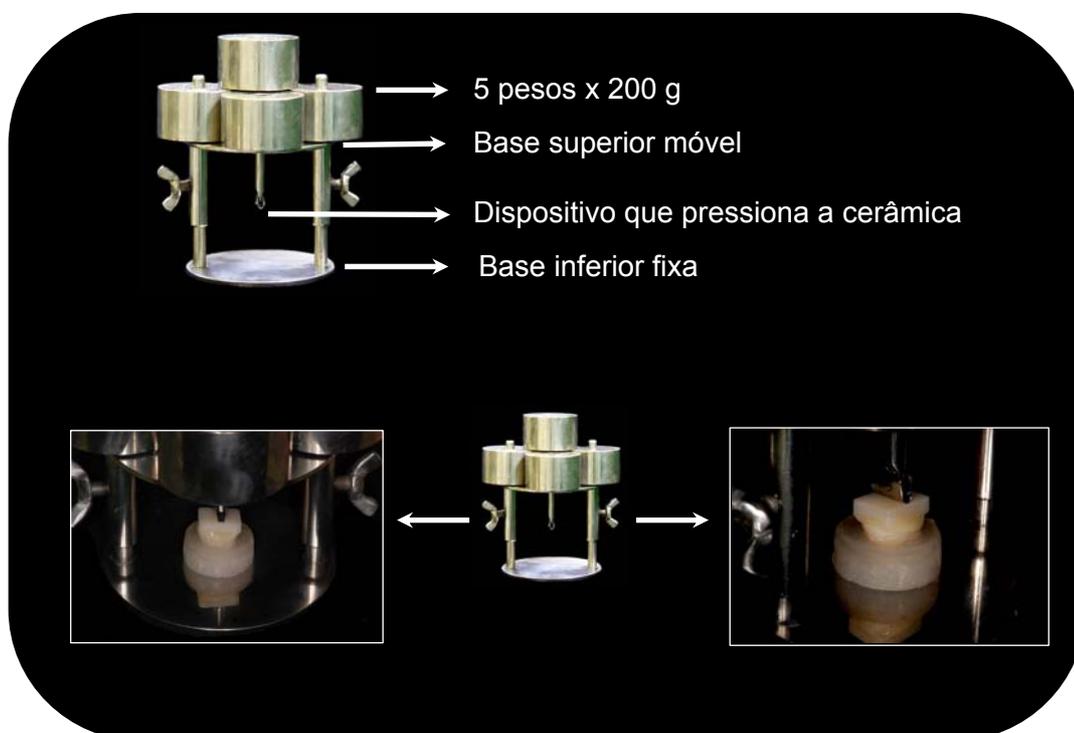
A página seguinte (115) contém um esquema ilustrativo relativo aos passos da cimentação de todos os grupos.



4.5.3 Padronizações

4.5.3.1 Pressão do assentamento da cerâmica

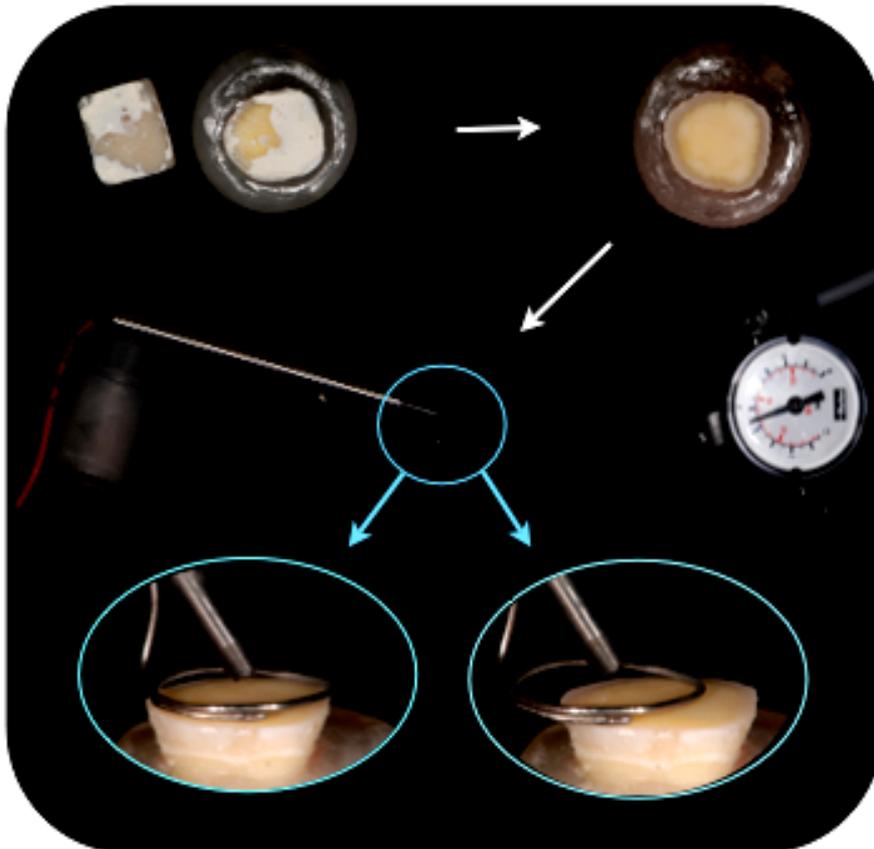
Para que todos os dentes do estudo recebessem a mesma pressão no momento do assentamento da pastilha de cerâmica, foram acoplados 5 pesos de 200g cada, sobre um dispositivo metálico. O dispositivo consistia de duas bases circulares, uma inferior fixa e uma superior, que se movia por duas barras paralelas, presas à base inferior. Do centro da base superior, sob ela, havia um braço fixo com uma ponta metálica horizontal móvel, que era, justamente, o que entrava em contato com a cerâmica, pressionando-a de acordo com o peso colocado sobre a base superior móvel, que no caso deste trabalho foi de 1kg (QUADRO 11).



Quadro 11 - Dispositivo para o assentamento com a carga padronizada sobre a pastilha cerâmica e seu modo de utilização durante a pesquisa. As figuras mostram o dispositivo em função, aplicando sobre as pastilhas de cerâmica cimentadas uma carga de 1kg.

4.5.3.2 Jateamento da superfície dentinária pré-hibridizada

Todos os dentes em que foi realizada a técnica do selamento dentinário imediato (grupos OPS, SBS e CFS), antes da cimentação definitiva, tiveram suas superfícies, previamente, hibridizadas e jateadas com um jato de partículas de óxido de alumínio (Bio-art, São Carlos, SP, Brasil). A espessura do óxido de alumínio foi de 50 μ m, sob uma pressão padronizada de 4.5 bar, a uma distância de 1cm. Para padronizar esta distância, um fio ortodôntico foi preso no aparelho jateador, e se estendeu por 1cm até o elemento dental, terminando de forma circular a sua configuração, em um tamanho, aproximadamente, igual ao das superfícies dentinárias. Isto foi realizado para que desta maneira não houvesse a possibilidade da distância ser alterada. O jateamento foi realizado por, aproximadamente, 4s em todos os dentes em que foi realizada a técnica do selamento dentinário imediato (QUADRO 12).



Quadro 12 - Fluxograma do jateamento com óxido de alumínio da superfície dentinária pré-hibridizada, que ocorreu nos dentes em que foi realizada a técnica S. O jateamento foi realizado após a remoção da restauração provisória e limpeza dos remanescentes do cimento temporário. Foi utilizada uma pressão padronizada de 4,5 bar. A distância de 1cm foi definida através de um fio ortodôntico preso no jateador que se estendeu até a superfície dental.

4.6 TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO POR MICROTRAÇÃO

4.6.1 Obtenção dos corpos-de-prova

Todas as amostras, após o procedimento de cimentação, foram armazenadas em água destilada por 24h a uma temperatura de 37°C e submetidas ao teste de resistência de união por microtração. Antes da fase de cimentação ser iniciada, as bases de resina acrílica, que prendiam os dentes, foram marcadas com grafite, justamente indicando onde os cortes deveriam ser realizados para que eliminassem a perfieria do dente e, logo, não incluíssem esmalte nos filetes.

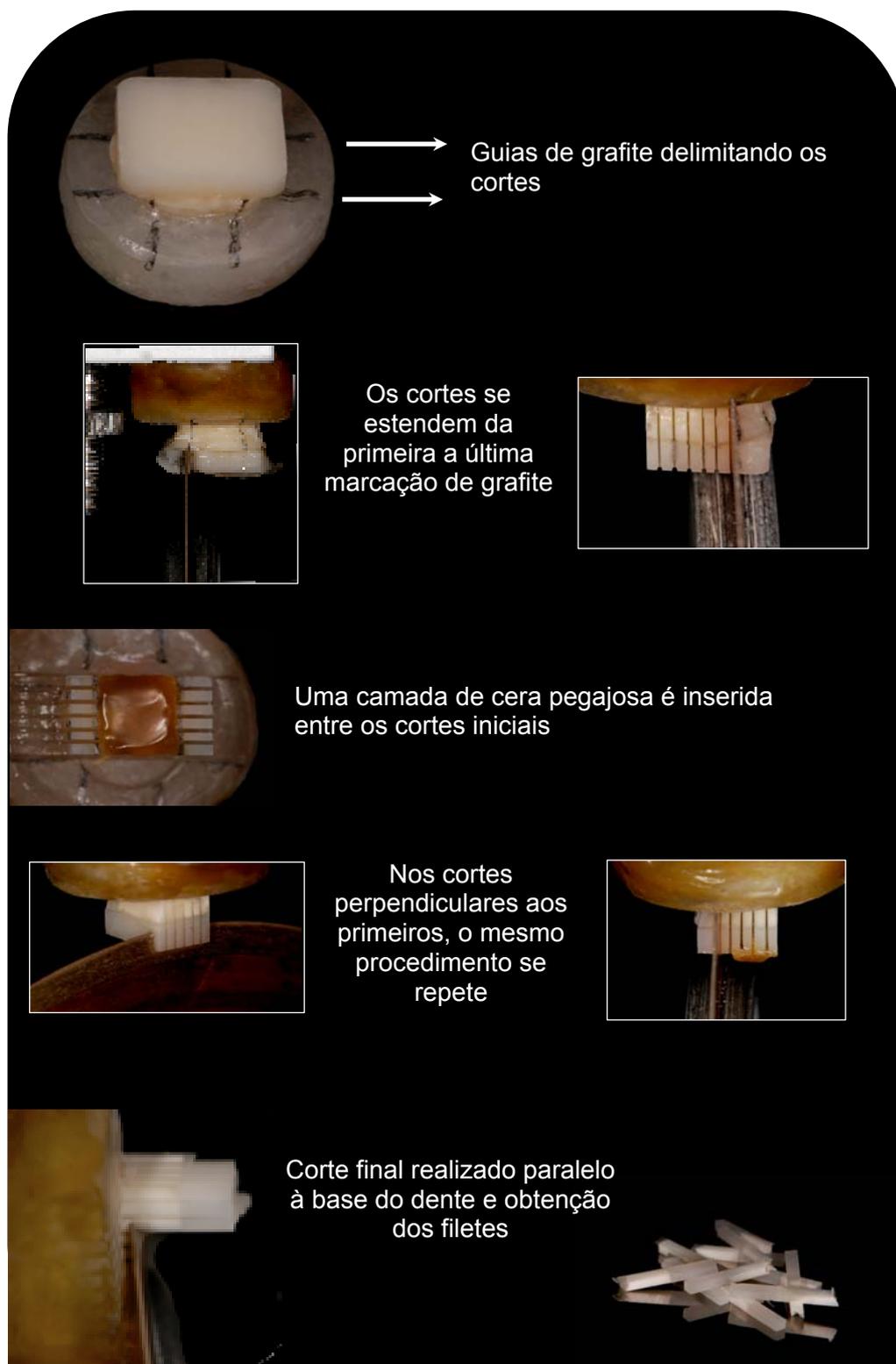
Os dentes incluídos foram, individualmente, presos com cera pegajosa (New Wax, Technew, Riode Janeiro, RJ, Brasil), em um suporte metálico acoplado à máquina Isomet 1000 (Buehler, Lake Buff, IL, Estados Unidos). Os dentes foram cortados, longitudinalmente, por um disco diamantado dupla face (102mm de diâmetro x 0,3mm de espessura, sob velocidade de corte de 275rpm, com peso de 50g, Buehler, Lake Buff, IL, Estados Unidos), sob refrigeração por água. O objetivo foi obter corpos-de-prova com área de, aproximadamente, 0,64mm² (0,8mm x 0,8mm). Dessa maneira os cortes foram separados por 1,1mm (0,8mm do tamanho desejado + 0,3mm da espessura do disco).

O primeiro corte longitudinal (eixo “X”), respeitou a marcação em grafite, feita, previamente, à cimentação, eliminando a camada de esmalte relativa a esta face do dente. Os cortes subseqüentes respeitaram a distância de 1,1mm, até atingirem a segunda marca de grafite, a qual delimitou que, a partir daquele ponto, havia a presença de esmalte abaixo da pastilha cerâmica cimentada. Para os cortes no eixo “Y”, o suporte metálico foi virado em 90°, fazendo com que os

cortes, agora realizados de forma perpendicular aos anteriores, produzissem filetes. Antes dos cortes no eixo “X”, a superfície superior da cerâmica, separada pelos cortes iniciais, foi coberta com cera pegajosa (New Wax, Technew, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), protegendo os filetes durante o segundo corte.

Da mesma forma que nos cortes do eixo “X”, a seção inicial do eixo “Y” também respeitou a marca de grafite, previamente, estabelecida, e os cortes que se seguiram foram realizados até a segunda marca de grafite, eliminando assim toda a presença de esmalte nos palitos obtidos.

Por fim, para que os filetes que ainda estavam presos na resina acrílica fossem separados, foi necessário um corte na base dos mesmos. A amostra incluída foi separada do suporte metálico e a sua base em resina acrílica foi presa a uma base de metal, de forma paralela ao disco diamantado, para que este pudesse realizar um único corte, liberando filetes com, aproximadamente, 6mm de comprimento (3mm de cerâmica + 3mm de dentina). Em cada eixo (“X” e “Y”) foi possível realizar entre 5 e 6 cortes (QUADRO 13).



Quadro 13 - Seqüência dos procedimentos realizados após a cimentação até a obtenção dos filetes a serem testados.

4.6.2 Teste dos corpos-de-prova

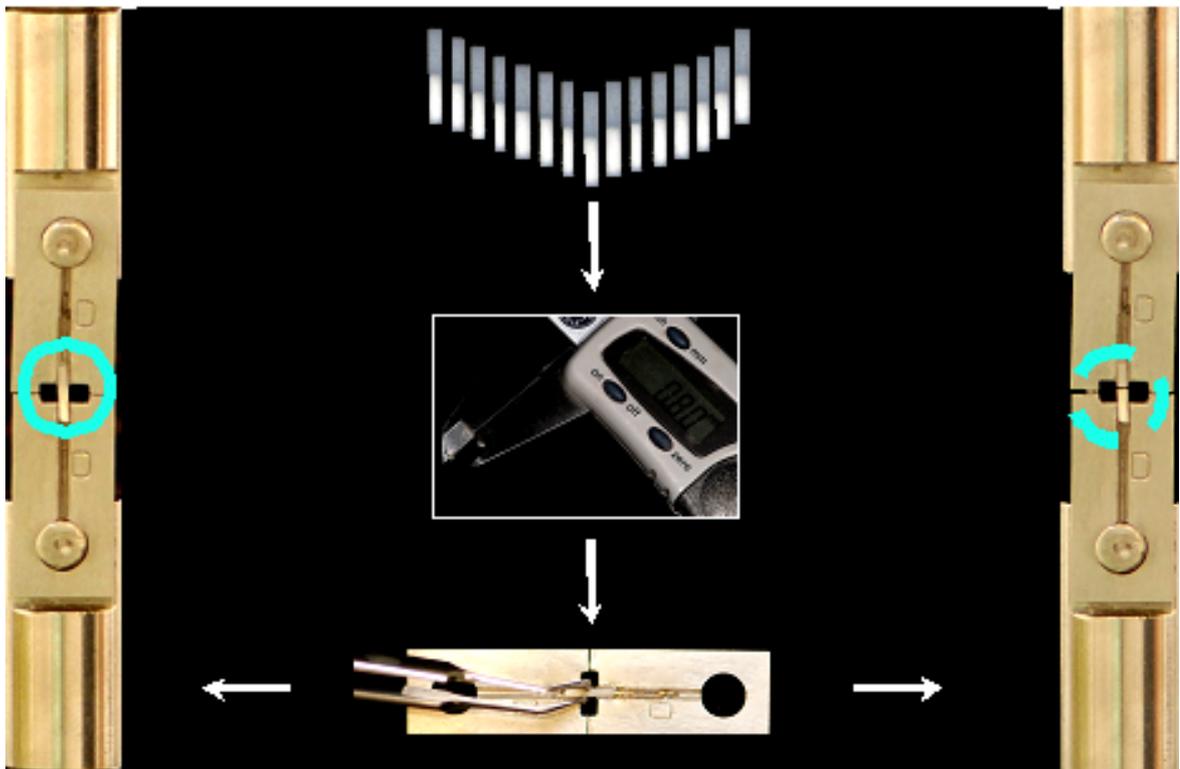
Cada dente produziu, aproximadamente, 25 filetes, de maneira que 15 deles foram, aleatoriamente, selecionados para o teste de microtração (405 filetes ao todo ou 45 de cada grupo). Além deles, um filete de cada dente testado na pesquisa foi selecionado, aleatoriamente, antes da fratura para a análise da interface adesiva no MEV (27 filetes não fraturados ao todo ou 3 de cada grupo). A área de secção transversal da interface adesiva de cada corpo-de-prova foi aferida com um paquímetro digital (modelo 727, Starrett, Itu, SP, Brasil), com precisão de décimo de milímetro. Após esta medição os filetes foram, imediatamente, fixados em dispositivos de Geraldeli (PERDIGÃO et al., 2002), com adesivo de cianoacrilato (Super Bonder, Henkel Loctite, Itapevi, SP, Brasil). Os dispositivos de Geraldeli foram, cuidadosamente, adaptados à máquina de ensaios universal Instron 4444 (Instron, Canton, MA, EUA), que exerceu força de tração com velocidade de cruzeta de 0,5mm/min. Como o resultado da força necessária para fraturar o corpo de prova foi apresentado pela máquina em Newtons (N), um cálculo simples da divisão desse valor pela área de cada filete expressou os valores do teste em MegaPascals (MPa) (QUADRO 14).

4.7 ANÁLISE DOS PADRÕES DE FRATURA NO MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV)

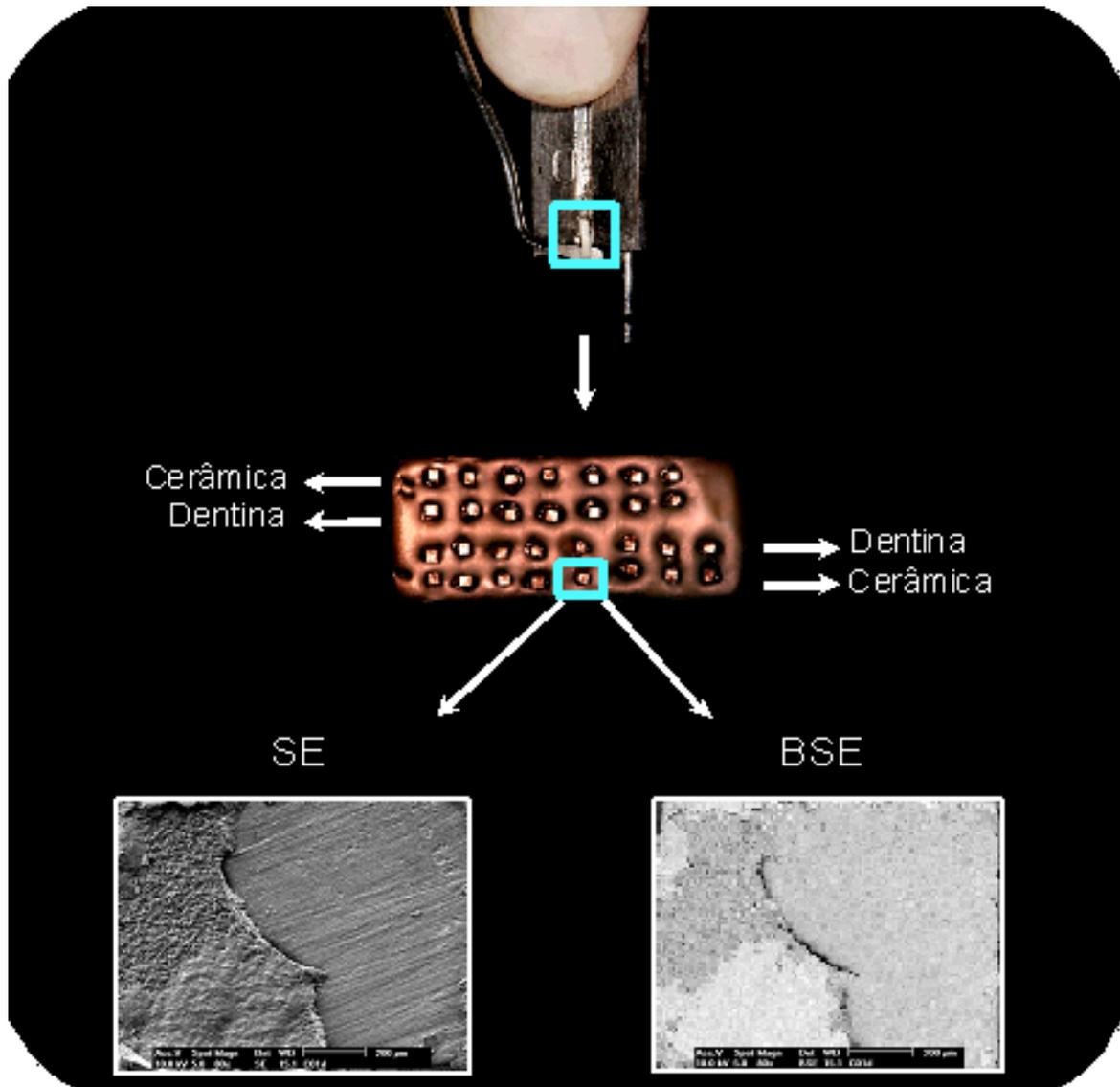
Após os testes, as metades dos filetes fraturados foram removidas do dispositivo de Geraldeli com uma colher de dentina. Elas foram inseridas em uma base de resina composta, sobre uma placa de vidro. As metades foram dispostas de maneira enfileirada, por dente e, divididas entre cerâmica e dentina, com a

parte oposta à interface fraturada inserida na resina. As metades de cerâmica, sempre, eram posicionadas nas laterais da base e as de dentina, no meio, facilitando desta maneira a organização para a visualização das imagens no MEV.

Após a polimerização da base, por sob a placa de vidro, as metades fraturadas se tornaram fixas. A base com os filetes foi recoberta com ouro, para que os padrões de fratura resultantes do teste de microtração fossem analisados no MEV. Todas as metades dos 405 filetes, testados na microtração foram observadas no MEV. As imagens foram feitas em dois formatos: SE (elétrons restroespalhados), que é um tipo de imagem que destaca a profundidade das amostras; e em BSE (elétrons secundários), imagem na qual é possível identificar diferentes materiais (QUADRO 15).



Quadro 14 - Fluxograma da sequência que vai desde a seleção aleatória dos 15 filetes de cada dente até a fratura dos mesmos na máquina de testes universal. Antes de serem testados, cada filete teve a área de secção transversal medida com um paquímetro, sendo em seguida colados no dispositivo de Geraldeii.



Quadro 15 - Fluxograma apresentando a remoção das metades fraturadas do dispositivo de Geraldeli, a cobertura das mesmas com ouro após serem dispostas de forma enfileirada, e a imagem do MEV, em SE e BSE.

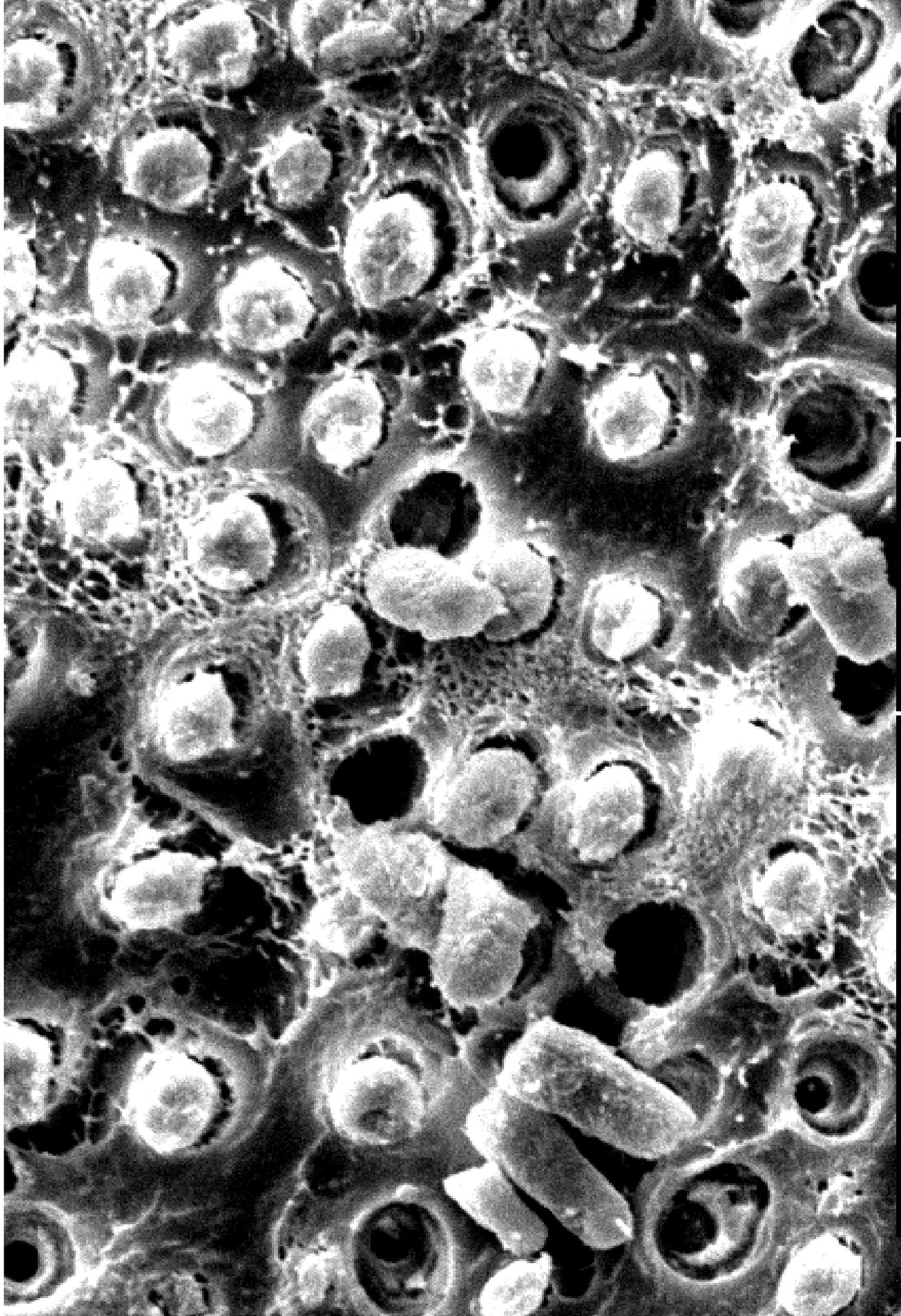
Os tipos de padrões de fratura foram, previamente, divididos da seguinte forma:

1. coesiva em dentina;
2. adesiva entre a dentina e o adesivo;
3. adesiva junto à camada híbrida (entre o primer e o adesivo);

4. adesiva entre o adesivo e o cimento resinoso;
5. coesiva no adesivo;
6. coesiva no cimento resinoso;
7. mista, adesiva junto à camada híbrida e coesiva no adesivo;
8. mista, coesiva no adesivo e coesiva no cimento resinoso;
9. mista, adesiva junto à camada híbrida, coesiva em adesivo e coesiva em cimento resinoso;
10. adesiva entre cimento resinoso e adesivo da cerâmica;
11. adesiva entre o adesivo da cerâmica e a cerâmica;
12. coesiva em cerâmica.

4.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi calculada a estatística descritiva dos grupos quanto aos resultados do teste de resistência de união por microtração. Em função dos dados serem paramétricos e de distribuição semelhante a normal, as diferenças entre os grupos estudados foram testadas pela ANOVA *two way*, seguido do teste de comparações múltiplas de Tukey. O índice de significância $\alpha = 0,05$ foi considerado, estatisticamente, significativo. Esta análise foi realizada com auxílio dos programas Excel e SisVar 5.0 para Windows.



Resultados

5 RESULTADOS

5.1 TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO POR MICROTRAÇÃO

Os resultados do teste de resistência de união por microtração da cerâmica à dentina, utilizando-se três técnicas de cimentação diferentes e três sistemas de cimentação (sistema adesivo/cimento resinoso), estão dispostos na TAB. 1, bem como as respectivas estatísticas descritivas.

Tabela 1 - Estatística descritiva da resistência de união da cerâmica à dentina de todos os grupos testados.

	n	MÍN	MÁX	MÉD	DP	EP	CE
OPC	45	7,06	37,05	20,08	7,384	1,101	5%
OPP	45	6	23,75	14,56	4,629	0,6901	4%
OPS	45	7,14	30,87	15,95	4,275	0,6372	3%
SBC	45	6,08	32,41	16,37	6,383	0,9515	5%
SBP	45	4,79	27,45	13,42	6,235	0,9295	6%
SBS	45	4,44	20,54	11,54	4,681	0,6978	6%
CFC	45	4,11	34,66	14,96	5,885	0,8773	5%
CFP	45	3,09	32,37	15,38	6,283	0,9366	6%
CFS	45	4,53	26,72	13,95	4,847	0,7225	5%

Número de amostras (N), valores mínimo (MÍN) e máximo (MÁX), média dos valores (MÉD), desvio-padrão (DP), erro padrão (EP) e coeficiente do erro (CE).

5.1.1 Comparação geral

A TAB. 2 apresenta o resultado da ANOVA *two way* para a comparação entre os sistemas, técnicas e a interação entre eles.

Tabela 2 – Análise da variância *two way*³, dos valores da resistência de união por microtração da cerâmica à dentina (em MPa), e respectivos níveis de probabilidade pelo teste F (p-valor).

CAUSAS DA VARIÇÃO	gl	Q.M.	p-valor
Sistemas	2	336,11	<0,001
Técnicas	2	418,94	<0,001
Sistemas x Técnicas	4	121,19	0,0055
Resíduo	396	32,60	

Através dos resultados da Análise de variância (ANOVA *two-way*) observou-se que existe diferença estatística ($p < 0,05$) entre os sistemas, técnicas e a interação entre sistemas e técnicas. Como a interação entre as duas variáveis testadas foi significativa, isto indica que o sistema e a técnica precisam ser interpretados em conjunto.

De acordo com os resultados obtidos na TAB. 2, existe a necessidade de proceder ao teste de comparação múltipla (teste Tukey), para identificar quais as médias diferiram entre si.

³ Foram apresentados nas tabelas de análise da variância *two way* apenas os graus de liberdade (gl), os quadrados médios (Q.M.) e os valores probabilísticos obtidos (p-valor), já que as somas de quadrados correspondentes podem ser obtidas pela multiplicação dos gl x Q.M. Já o valor do teste F é calculado pela divisão do Q.M. das Causas de Variação pelos respectivos Q.M. do Resíduo.

Para tal, apesar dos resultados expostos na TAB. 2 sugerirem o estudo do sistema e da técnica, conjuntamente, aplicou-se o teste Tukey para os sistemas e as técnicas, isoladamente, determinando desta forma as médias que apresentaram resultados diferentes.

5.1.2 Análise dos sistemas de cimentação

A TAB. 3 apresenta a comparação entre os 3 sistemas de cimentação testados, independentemente da técnica utilizada.

Tabela 3 – Tamanho da amostra (n), médias com os respectivos resultados do teste Tukey, desvios-padrão (DP), erro-padrão (EP), coeficiente do erro (CE), valores mínimo e máximo obtidos da resistência de união para os sistemas de cimentação.

Sistemas	n	Médias	DP	EP	CE	Mínimo	Máximo
OP	135	16,86 a	6,04	0,52	3,1%	6,00	37,05
SB	135	13,77 b	6,11	0,53	3,8%	4,44	32,41
CF	135	14,76 b	5,69	0,49	3,3%	3,09	34,66

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Pode-se concluir que existe diferença estatística ($p < 0,05$) entre o sistema OP e os sistemas SB e CF, ou seja, o sistema OP apresentou resistência de união média superior aos demais. Estes resultados podem ser melhor evidenciados por meio do GRÁF. 1.

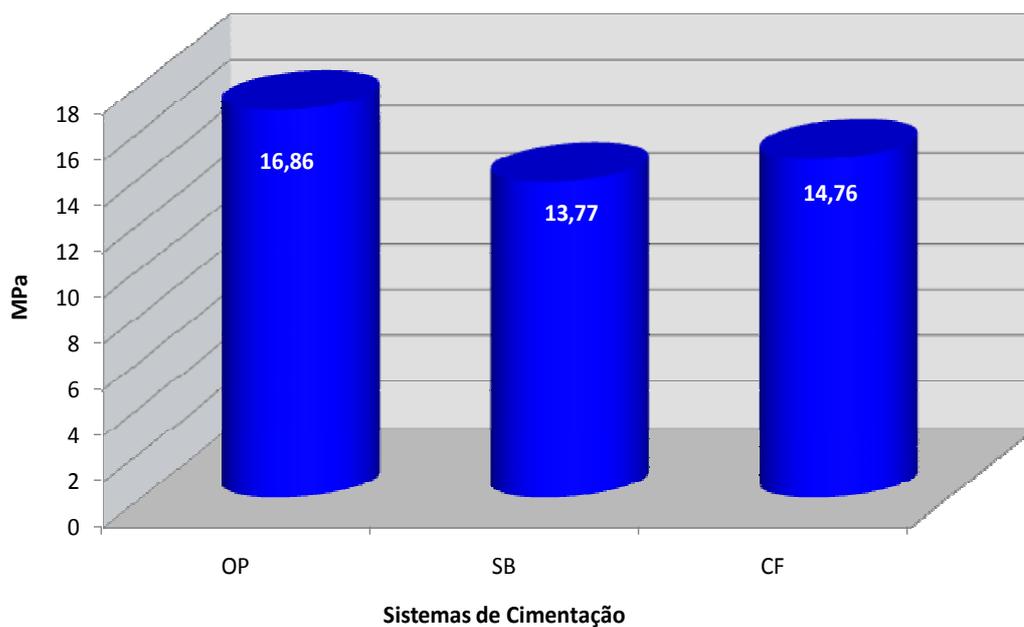


Gráfico 1 – Representação gráfica em barras verticais para as médias, em MPa, obtidas nos 3 sistemas de cimentação avaliados.

5.1.3 Análise das técnicas de cimentação

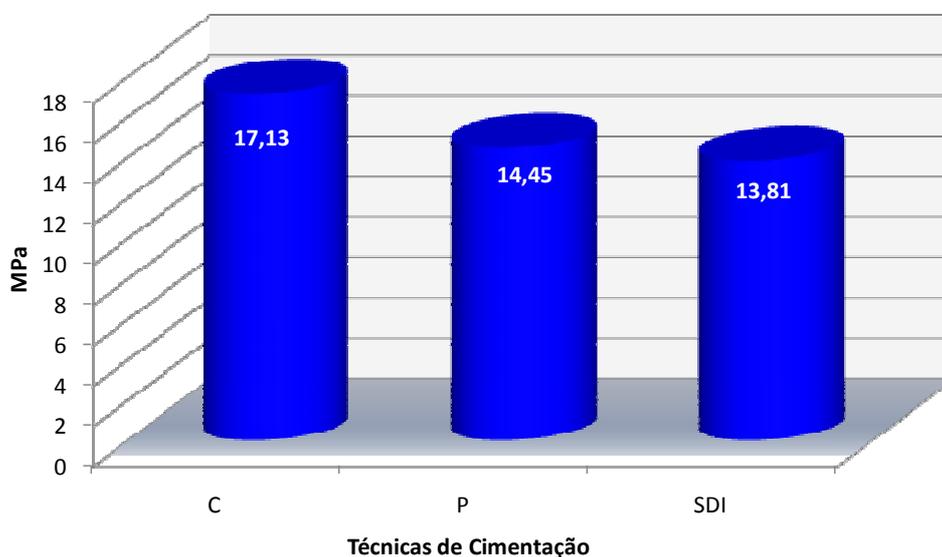
A TAB. 4 apresenta a comparação entre as 3 técnicas de cimentação avaliadas nesta pesquisa, independentemente do sistema utilizado, através do teste Tukey.

Tabela 4 – Resultados do teste de Tukey obtidos da resistência de união para as 3 técnicas de cimentação testadas.

Técnicas	n	Médias	DP	EP	CE	Mínimo	Máximo
C	135	17,13 a	6,88	0,59	3,4%	6,08	37,05
P	135	14,45 b	5,78	0,50	3,5%	3,09	32,37
S	135	13,81 b	4,92	0,42	3,0%	4,44	30,87

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)
 Tamanho da amostra (n); desvios-padrão (DP); erro-padrão (EP); coeficiente do erro (CE)

Por meio dos resultados, foi possível concluir que existe diferença estatística ($p < 0,05$) entre a técnica C e as técnicas P e S, ou seja, a técnica C apresentou resistência média superior às demais. Estes resultados podem ser melhor evidenciados através do GRÁF. 2.



S

Gráfico 2 – Representação gráfica em barras verticais para as médias, em MPa, obtidas nas técnicas de cimentação testadas.

5.1.4 Interação entre as técnicas e os sistemas de cimentação

Como o resultado do teste F da ANOVA apresentou significância estatística para as interações entre sistemas e técnicas de cimentação, as duas variáveis foram avaliadas em conjunto, como exposto na TAB. 5.

Tabela 5 – Médias da resistência de união da cerâmica à dentina para os nove grupos, em MPa. Os dados foram obtidos através da interação entre sistemas e técnicas de cimentação, e a significância estatística apresentada pelo teste Tukey.

Sistemas	Técnicas		
	C	P	S
OP	20,08 aA	14,56 bA	15,95 bA
SB	16,37 aB	13,42 bA	11,54 bB
CF	14,96 aB	15,38 aA	13,95 aAB

Médias seguidas por letras MINÚSCULAS iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Médias seguidas por letras MAIÚSCULAS iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Os resultados expuseram que para os sistemas de cimentação OP e SB, a técnica C foi a que apresentou maior resistência de união da cerâmica à dentina ($p < 0,05$). Com relação ao sistema CF, as três técnicas de cimentação foram equivalentes.

Analisando cada técnica de cimentação testada, pode-se notar que para a técnica C, o sistema que apresentou a maior resistência de união foi o OP. Já em relação à técnica S, pode-se dizer que os sistemas OP e CF apresentaram os melhores resultados quanto à resistência de união da cerâmica à dentina. Para a técnica P não houve diferença significativa, ou seja, os três sistemas de cimentação avaliados se equivaleram.

Os resultados apresentados na TAB. 5 podem ser melhor evidenciados através do GRÁF. 3.

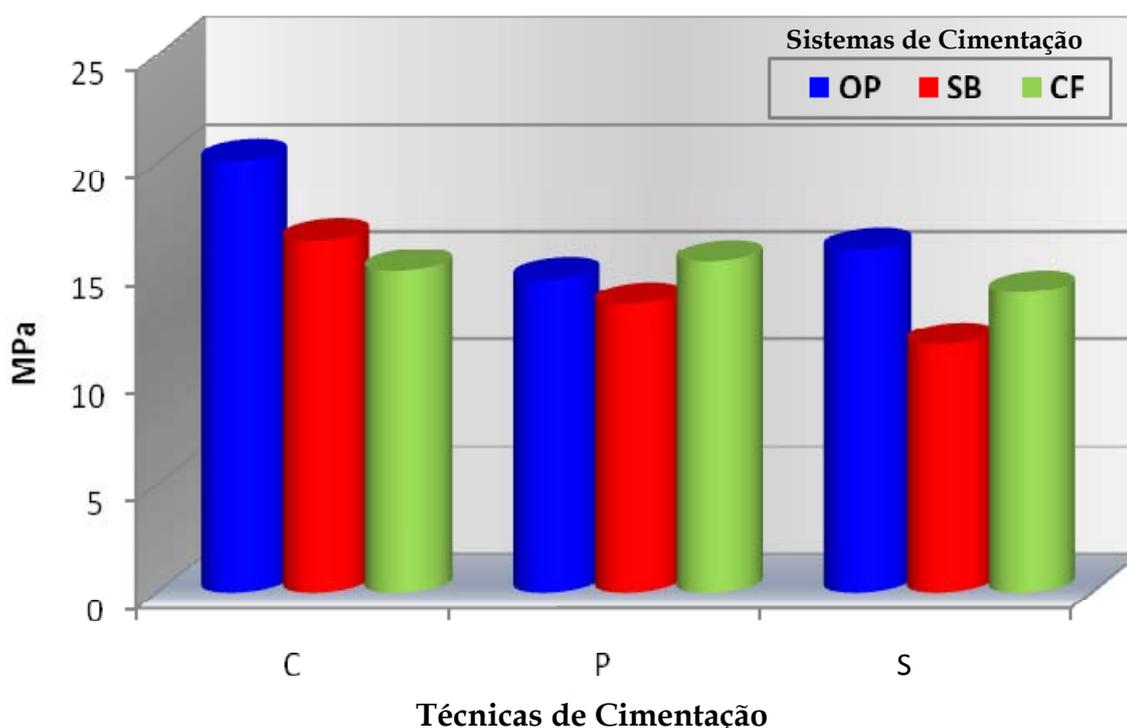


Gráfico 3 – Representação gráfica em barras verticais para as médias, em MPa, obtidas da interação entre sistemas e técnicas de cimentação

5.2 ANÁLISE DOS PADRÕES DE FRATURA NO MEV

Após a análise das metades dos palitos de cerâmica e dentina, fraturadas no teste de resistência de união por microtração, constatou-se que das 12 possibilidades de tipos de padrão de fratura inicialmente estipuladas, apenas 7 foram observadas no MEV. Não houve a incidência dos tipos 1, 3, 10, 11 e 12. A TAB. 6 e o GRÁF. 4 mostram os resultados dos padrões de fratura de todos os Grupos.

Tabela 6 – Resultados dos padrões de fratura de todos os grupos.

	Tipo 2	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8	Tipo 9
OPC	-	-	5 (11%)	23 (51%)	2 (4,5%)	13 (29%)	2 (4,5%)
OPP	-	-	-	42 (93,5%)	-	2 (4,5%)	1 (2%)
OPS	-	-	2 (4,5%)	18 (40%)	-	25 (55,5%)	
SBC	-	-	15 (33%)	8 (18%)	2 (4,5%)	16 (35,5%)	4 (9%)
SBP	1 (2%)	2 (4%)	-	17 (37,5%)	1 (2%)	23 (52,5%)	1 (2%)
SBS	-	-	17 (37,5%)	2 (4,5%)	-	22 (49%)	4 (9%)
CFC	1 (2%)	-	19 (42%)	-	10 (22,5%)	11 (24,5%)	4 (9%)
CFP	-	-	3 (6,5%)	17 (38%)	-	24 (53,5%)	1 (2%)
CFS	-	-	22 (49%)	9 (20%)	1 (2%)	13 (29%)	-

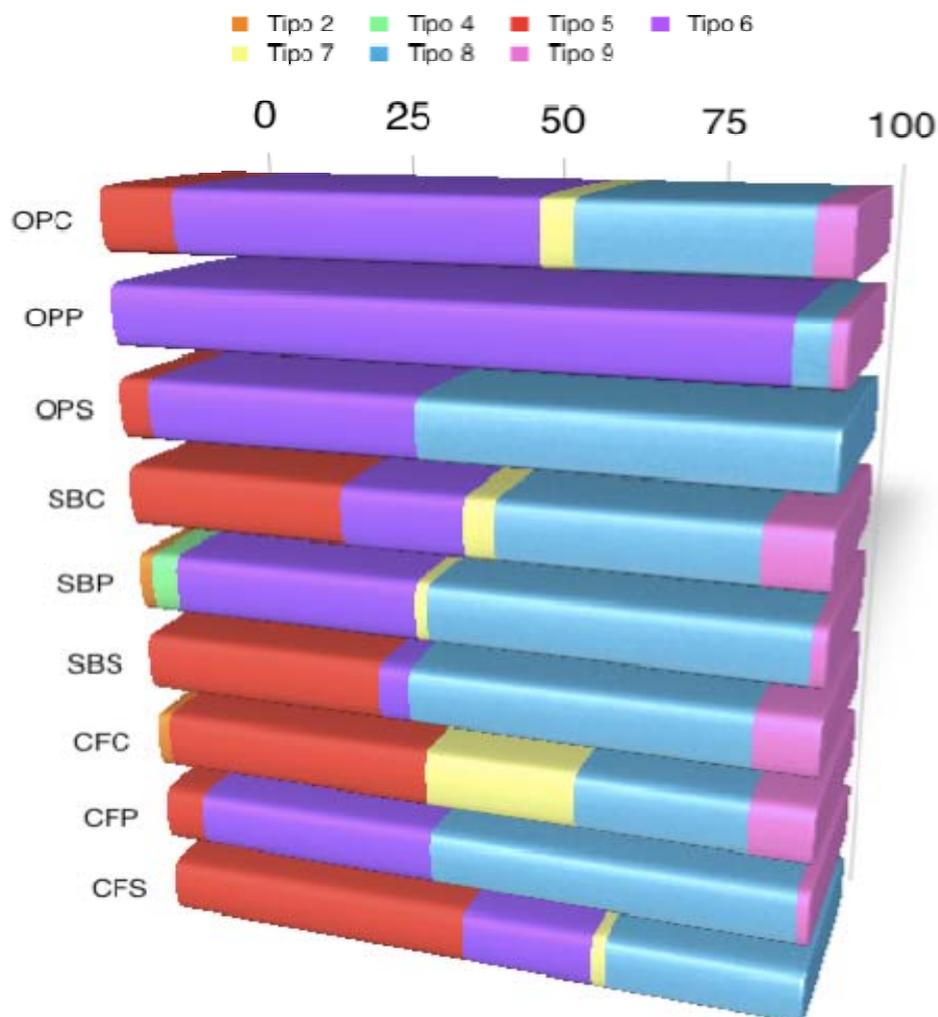
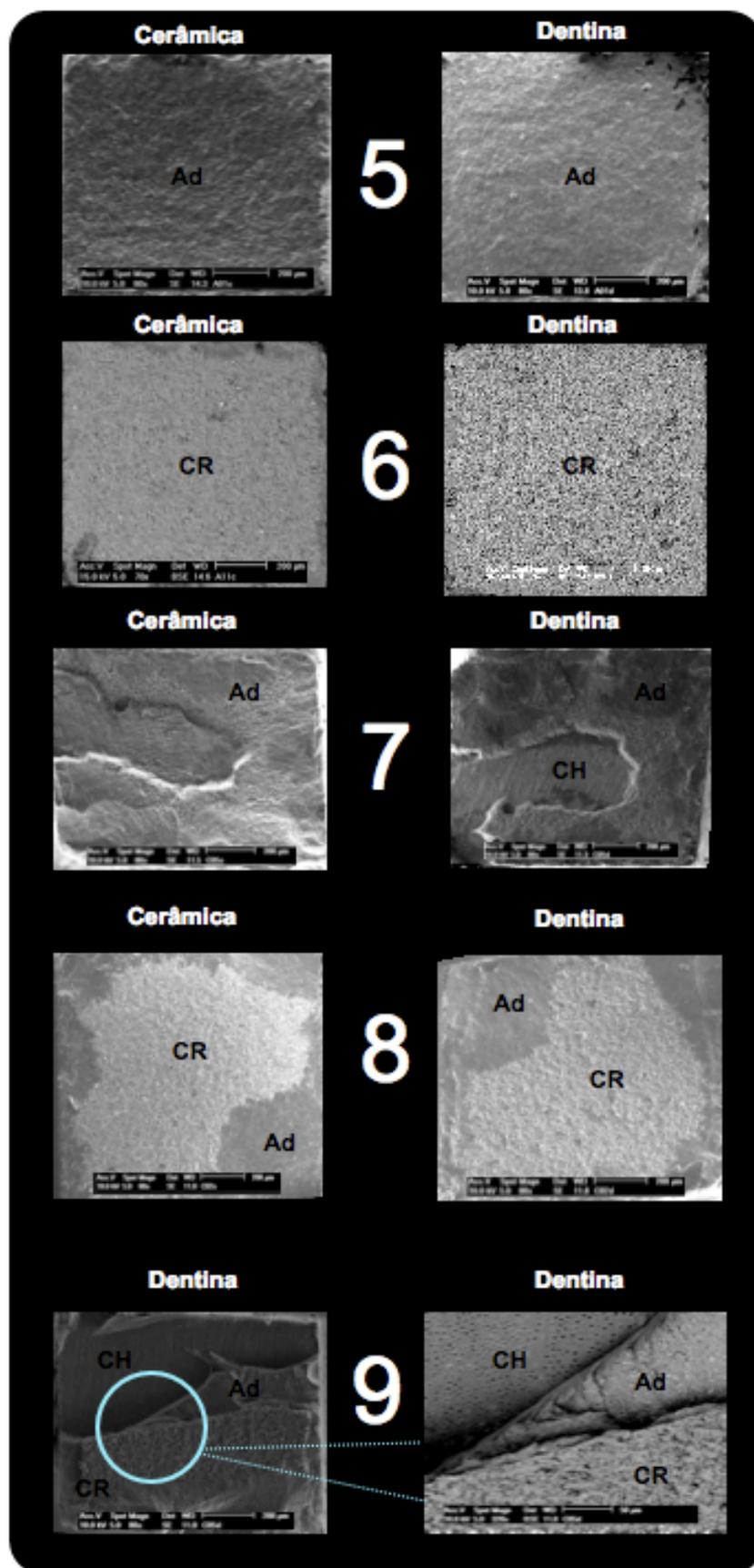


Gráfico 4 - Gráfico em barras horizontais exemplificando a diferença percentual dos padrões de fratura de acordo com cada grupo.

Nas técnicas S e C houve um predomínio de fraturas do tipo 8 e 5, com exceção do sistema OP, que apresentou um alto índice de fraturas do tipo 6. Na técnica P houve uma ascendência de fraturas do tipo 8 e 6. O grupo OPC foi o que apresentou o maior predomínio de um padrão de fratura, 93,5% para o tipo 6.

Os 5 padrões de fratura que apareceram com maior frequência estão dispostos no QUADRO 16, com destaque para os tipos 8, 6 e 5, respectivamente.



Quadro 16 – Tipos de padrões de fratura mais freqüentes.
(CR – Cimento Resinoso; Ad – Adesivo; CH – Camada Híbrida)

As imagens relativas às interfaces adesivas produzidas pelas técnicas e sistemas de cimentação testados na presente pesquisa estão dispostas na página seguinte (137). Nota-se que as interfaces mais espessas foram produzidas na técnica S, já as menores foram observadas na técnica C.

Legenda da página 127:

- C – Cerâmica
- Ad – Adesivo
- CR – Cimento Resinoso
- D - Dentina



Discussão

6 DISCUSSÃO

6.1 MATERIAL E MÉTODOS

A etapa de cimentação de uma restauração indireta é o passo final de uma série de passos clínicos e laboratoriais e erros que, porventura, ocorram nesta fase do procedimento podem afetar, significativamente, a durabilidade da restauração (DONOVAN; CHO, 1999). Este conceito norteou toda a metodologia do presente trabalho. Embora esta pesquisa não tenha avaliado a durabilidade das restaurações indiretas, a maior preocupação foi com todos os cuidados durante a sensível fase de cimentação adesiva. Com o objetivo de evitar erros, não só durante o procedimento laboratorial, mas também no desenvolvimento de um protocolo para o estudo, buscou-se eliminar as possíveis variáveis que pudessem interferir no resultado final do trabalho.

Diante do acima explicitado, sabe-se que, atualmente, o mercado oferece diversos tipos de sistemas adesivos. Este trabalho procurou utilizar os que apresentam melhores resultados clínicos e laboratoriais. Por isso, foram selecionados três sistemas adesivos: 2 que utilizam o condicionamento total com ácido fosfórico a 35%, um com o primer separado do adesivo (Optibond FL) e outro, no qual o primer e o adesivo se encontram no mesmo frasco (Adper Single Bond 2); além de um sistema adesivo autocondicionante, que apresenta o primer ácido separado do adesivo (Clearfil SE). Estes três tipos de sistemas,

notadamente, os que utilizam o primer separado do adesivo, são considerados os melhores disponíveis para a técnica. (DE MUNCK et al., 2003; PEUMANS et al., 2005; BRESCHI et al., 2008), principalmente com relação da união à dentina. Embora o sistema simplificado, que utiliza condicionamento ácido total e contém o primer junto com o adesivo, não seja considerado o melhor, alguns estudos já comprovaram a sua eficácia (BOUILLAGUET et al., 2001; GALLO et al., 2005), de modo que a sua inclusão nesta pesquisa também foi uma forma de testar as possibilidades de cimentação em relação a este sistema. Vale frisar que este tipo de adesivo é indicado por grande parte dos fabricantes para cimentação de restaurações indiretas, como a empresa 3M ESPE, que fabrica o Adper Single Bond 2, material testado neste trabalho.

Os três sistemas adesivos foram testados com os seus respectivos cimentos resinosos duais, nos quais a polimerização é iniciada, quimicamente, e pela luz. Tais cimentos podem ser considerados o “padrão ouro” quando se trata de cimentação adesiva (FRANKENBERGER et al., 2007). A decisão pela utilização, apenas, de cimentos resinosos duais foi uma forma de padronizar a escolha do agente cimentante, de forma que não houvesse variação quanto ao modo de ativação.

Embora seja indicada pelo fabricante a utilização do cimento Panavia F em conjunto com o ED Primer, que é um adesivo autocondicionante e autopolimerizável, este adesivo foi eliminado da pesquisa. Tal eliminação se deu, primeiramente, pelo fato do ED Primer ser autopolimerizável, diferenciando dos demais sistemas adesivos testados, todos fotoativados. Outro ponto é o fato deste adesivo ser um autocondicionante de passo único, que é um tipo de sistema, altamente, rejeitado por diversos estudos (TAY et al., 2003; VAN MEERBEEK et al., 2003; DE MUNCK et al., 2003; PEUMANS et al., 2005; BRESCHI et al., 2008). De acordo com TAY et al. (2003), estes sistemas adesivos são membranas semipermeáveis, que promovem o fluxo de fluido pulpar na interface adesiva, ocasionando a sua degradação. Mais especificamente em relação ao ED Primer, foi demonstrado que este adesivo permite mudanças interfaciais induzidas por água, que resultam na diminuição da resistência de união cimento/dentina

(CARVALHO et al., 2004). Segundo MAK et al. (2002), o Panavia F é menos confiável quando utilizado em conjunto com o ED Primer para cimentar restaurações indiretas. Embora pareça ousada, a substituição do ED Primer pelo sistema adesivo Clearfil SE já foi relatada com resultados superiores de resistência de união (JAYASOORIYA et al., 2003A; NIKAIDO et al., 2003, DE MENEZES; ARRAIS; GIANNINI, 2006). Os autores Ozturk e Aykent (2003) testaram diferentes técnicas de cimentação com o Panavia F, quando compararam a resistência de união do sistema de cimentação Panavia F/ED Primer com o sistema Panavia F/Clearfil Liner Bond 2V, e encontraram resultados superiores para o segundo. O Clearfil Liner Bond 2V é um sistema adesivo autocondicionante com o primer ácido separado do adesivo. Este material foi o predecessor do Clearfil SE, um dos escolhidos para esta pesquisa. É importante salientar que a opção pelo Clearfil SE não se deu por ele prover melhores resultados com o Panavia F e, sim, por ser um sistema autocondicionante com o primer separado do adesivo, além de ser compatível com este cimento, estando, desta forma, apto a ser aproveitado neste estudo.

A definição do substrato restaurador, também, foi fundamental nesta pesquisa. A escolha pela cerâmica se deu por este ser o material de escolha da maioria dos clínicos que trabalham com restaurações estéticas. Embora não seja muito comum a utilização de cerâmicas em testes de microtração, talvez pela maior dificuldade do ensaio, a sua utilização parte do pressuposto básico deste trabalho, que é dar uma resposta mais fiel ao clínico quanto à utilização de diferentes técnicas e sistemas de cimentação em restaurações indiretas. A escolha pelos blocos de cerâmica reforçada por leucita (ProCad) deu-se, única e exclusivamente, pela necessidade de se utilizar um material que não precisasse sofrer queima. Ou seja, do modo como se apresenta comercialmente, para ser fresada em máquinas CAD/CAM, ela pode ser cortada em pastilhas e cimentada à dentina sem correr riscos de delaminação (informação do fabricante).

Com relação à metodologia aplicada nesta pesquisa, o intuito foi o de configurar etapas mais próximas, possíveis da realidade clínica, todavia salientando que quando se realiza um estudo laboratorial, esta similaridade com

as etapas clínicas é, algumas vezes, limitada pela necessidade da padronização dos procedimentos.

Seguindo este conceito, a escolha por uma superfície dentinária plana pode não ser a mais próxima da realidade dos casos que surgem no consultório. Contudo, ela foi primordial para o desenvolvimento do trabalho, já que por ser plana, se torna uma superfície com alta complacência em relação aos estresses decorrentes da contração de polimerização, que ocorrem nos materiais resinosos. Estes estresses atuam em detrimento à força adesiva do cimento resinoso (DAVIDSON; VAN ZEGHBROECK; FEILZER, 1991). Em grande parte dos estudos que avaliaram a resistência de união por microtração das restaurações indiretas à dentina, a superfície dentinária é testada nesta forma plana (MAK et al., 2002; JAYASOORIYA et al., 2003A; CARVALHO et al., 2004; DE MENEZES; ARRAIS; GIANNINI, 2006; ARRAIS et al., 2007; HIKITA et al., 2007).

Outra etapa, a qual é realizada na maioria das vezes em que restaurações indiretas são empregadas, é a temporização. Incluir a restauração provisória nos testes laboratoriais é importante por dois motivos: o primeiro, e mais básico, é que esta fase simula uma condição clínica quando se realiza uma restauração indireta, logo, a sua eliminação acarreta em uma decisão que não condiz com os procedimentos clínicos, pois na maioria dos casos a provisória é essencialmente confeccionada; o segundo motivo é que não se sabe ao certo quanto o cimento temporário, ou os seus remanescentes, podem influenciar na resistência de união das restaurações indiretas à dentina. Alguns trabalhos encontraram resultados divergentes: de acordo com Paul e Scharer (1997B) e Frankenberger et al. (2007), a contaminação com cimentos provisórios reduz a resistência adesiva; já, segundo Abo-Hamar et al. (2005), nem o tipo de cimento, nem a forma como foram removidos interferiram na resistência de união. Ante ao fato deste dilema ainda não ter sido solucionado pela comunidade científica, parece justificável que, enquanto não se chega a uma conclusão a respeito da influência dos cimentos temporários na resistência de união à dentina, as restaurações provisórias devem ser incluídas nos trabalhos laboratoriais em que o foco do estudo seja a cimentação adesiva.

A decisão pela utilização de cimentos temporários contendo ou não eugenol, é, também, motivo de discussão. Esta pesquisa utilizou o cimento Rely X Temp, sem eugenol. Alguns autores acreditam que o eugenol não influencia na resistência de união à dentina (GOULART et al., 2004; ABO-HAMAR et al., 2005; BROILO et al., 2006), entretanto, nenhum deles realizou seus experimentos incluindo um adesivo autocondicionante. De acordo com Carvalho et al. (2007), o pré-tratamento da dentina com cimentos temporários à base de eugenol afeta, consideravelmente, a resistência de união da dentina à resina. Esta diminuição é mais pronunciada nos sistemas autocondicionantes, no caso do estudo citado o Clearfil SE. Os autores afirmaram que, por ser autocondicionante, este adesivo é aplicado diretamente sobre a lama dentinária contaminada, ao contrário dos sistemas em que é realizado o condicionamento ácido total da dentina e toda a lama dentinária é removida. Isto posto, a escolha do cimento temporário utilizado neste estudo recaiu por um material que não apresenta eugenol na composição, porque, do contrário, os grupos que continham o adesivo autocondicionante poderiam ser prejudicados.

A padronização da carga no assentamento da pastilha de cerâmica foi um ponto bastante importante deste trabalho. Em um estudo piloto para esta pesquisa, foi utilizada pressão digital para a cimentação das pastilhas sobre a superfície dentinária e, constatou-se o quão este procedimento é difícil e sujeito à variações, quando uma dentina plana está sendo testada. Avaliando a resistência de união da dentina à cerâmica, um estudo aplicou uma carga (9,2N) bem semelhante à utilizada na presente pesquisa, que foi de 1kg ou 9,8N (CEKIC et al., 2007). Embora existam mecanismos para a padronização, também, da espessura da interface adesiva, a decisão por padronizar apenas o assentamento da restauração foi fundamental para analisar as discrepâncias concernentes às interfaces adesivas, formadas pelas diferentes técnicas testadas neste estudo. Se a espessura da interface adesiva, também, fosse igual, não seria possível avaliar esta diferença. Cabe salientar que o assentamento da restauração com a carga permaneceu por, aproximadamente, 3min, tempo considerado suficiente para a

obtenção de melhores resultados de resistência de união por microtração da dentina às restaurações indiretas de resina composta (CHIEFFI et al., 2007).

Uma das principais questões abordadas na configuração da metodologia desta pesquisa, foi a qualidade da fotoativação empregada no momento da cimentação. A porcelana, em razão da diversidade dos seus componentes, é considerada um material, opticamente, heterogêneo. Isto acarreta na difusão da luz em várias direções quando ela brilha, diminuindo a intensidade de luz transmitida (PEIXOTO et al., 2007). Segundo Rasetto et al. (2004), avaliando uma porcelana com composição semelhante à utilizada no presente estudo, constataram que ao atravessar 1mm, a intensidade da luz halógena diminuiu de 660mW/cm^2 para $250\text{mW/cm}^2 \pm 71\text{mW/cm}^2$. Ademais, Meng; Yoshida; Atsuta (2007) investigando a influência da espessura cerâmica nas propriedades mecânicas e na estrutura polimérica de cimentos resinosos duais observaram que, quando a espessura da cerâmica aumentou, os componentes químicos dos cimentos não produziram compensação significativa para nenhuma das variáveis testadas. Normalmente, a autopolimerização nos cimentos duais resulta em valores de dureza, significativamente, menores do que quando a ativação dual é realizada (COELHO SANTOS et al., 2004). A preocupação com a adequada fotoativação nesta pesquisa transcendeu a importância de uma real conversão monomérica dos cimentos duais. Em duas técnicas selecionadas para este estudo, a realizada nos grupos controle e a aplicada no do selamento dentinário imediato, não houve polimerização prévia do sistema adesivo. No caso de uma fotoativação ineficiente da interface adesiva, não só as propriedades do cimento resinoso dual seriam afetadas, mas, sobretudo, as do sistema adesivo não fotopolimerizado, que, ao contrário dos cimentos, não apresentavam nenhum tipo de ativador químico.

Portanto, se fez patente, a necessidade de uma técnica de fotoativação que não beneficiasse nenhum dos grupos, podendo gerar resultados mascarados pela inadequada conversão do adesivo e do cimento. A decisão, por se realizar uma fotoativação multidirecional e por um tempo mais elevado, vai ao encontro do que é preconizado nos estudos, atualmente (COELHO SANTOS et al., 2004; MENG;

YOSHIDA; ATSUTA, 2007). De acordo com Rasetto et al. (2004), para cada milímetro de uma cerâmica reforçada por leucita, é necessária uma fotoativação de 1min para alcançar uma adequada polimerização em um cimento resinoso dual. Seguindo esta teoria, como a presente pesquisa utilizou uma pastilha de cerâmica com 3mm de espessura, pareceu natural que, pelo menos, 3min de fotoativação com uma luz halógena convencional fossem realizados. Desta forma, a polimerização foi efetuada pelas faces mesial, distal, vestibular, lingual e oclusal, cada uma por 40s, totalizando 200s, ou 3min e 20s.

Para avaliar a resistência adesiva da cerâmica à dentina, a abordagem selecionada para este trabalho foi o teste de microtração (SANO et al., 1994). A idéia para a criação deste teste surgiu da necessidade da padronização dos procedimentos de mensuração dos valores de resistência de união, para que desta forma pudesse haver uma comparação universal válida entre diferentes sistemas adesivos (VAN NOORT et al., 1989). Embora alguns trabalhos tenham utilizado outros testes, como os de tração (KITASAKO et al., 2002; MOTA et al., 2003; NIKAIDO et al., 2003); cisalhamento (BERTSCHINGER et al., 1996; ABO-HAMAR et al., 2005; PIWOWARCZYK et al., 2007) e cisalhamento por extrusão (FRANKENBERGER et al., 1999), o teste de microtração aparece como a melhor opção para avaliar a resistência de união à dentina em restaurações indiretas; basicamente porque, falhas clínicas, resultam primariamente de forças de tração (OZTURK; AYKENT, 2003). Além disso, por prover a possibilidade de que a concentração de forças, durante o teste, esteja concentrada na interface adesiva, o que acarreta em um valor menor de falhas coesivas no substrato e, em resultado de maior credibilidade (SANO et al., 1994). O que estudos mais recentes colocaram à prova são as variabilidades inerentes à utilização do teste de microtração (SADEK, 2005; POITEVIN et al., 2008). Segundo Sadek et al. (2005), os corpos-de-prova em forma de “ampulheta” devem ser evitados, em detrimento às amostras em forma de “palito”, desenvolvido por Shono et al. (1999), e utilizado nesta dissertação. Não obstante, Poivetin et al. (2008) afirmaram que os corpos-de-prova em forma de “palito” resultam em uma força de adesão maior, em um menor desvio-padrão/coeficiente de variação, em um padrão de fratura

próximo à interface, além de permitir a obtenção de um número maior de corpos-de-prova por dente, em relação aos espécimes com formato de “ampulheta”. Os autores constataam que os dispositivos entalhados, utilizados para se colar os filetes, como os de Geraldeli, selecionados para este estudo, produziram resultados mais consistentes do que os dispositivos planos. Outro fator de extrema relevância na escolha do teste de microtração é a forma com que os filetes são selecionados, a chamada relação intradentes *versus* interdentes. Esta padronização deve ser respeitada. Para isso, um número fixo de corpos-de-prova por dente precisa ser postulado, minimizando diferenças regionais, à medida que, também, é estabelecido um número fixo de dentes por grupo (POIVETIN et al., 2008). As variáveis do teste de microtração influenciam, diretamente, na confiabilidade e reprodutibilidade da técnica (POIVETIN et al., 2008). Estas afirmações foram seguidas, meticulosamente, nesta pesquisa, a qual utilizou um número fixo de 15 amostras por dente, bem como de 3 dentes por Grupo. Os corpos-de-prova apresentavam o formato de “palitos”. E por fim, o dispositivo utilizado para o teste foi um entalhado, denominado dispositivo de Geraldeli, já que foi idealizado pelo Prof. Saulo Geraldeli (PERDIGÃO et al., 2002).

Por fim, o desenvolvimento da escolha dos materiais e da metodologia deste trabalho buscou, inicialmente, uma equiparação com procedimentos clínicos, dentro do que foi possível, em se tratando de uma pesquisa laboratorial. Em um segundo momento, foi aplicado um conceito de utilização de procedimentos e técnicas, que tornassem os grupos sujeitos a condições semelhantes. Desta forma, o teste de microtração foi utilizado, dentro de uma criteriosa seleção das variáveis que este ensaio oferece e os resultados que foram apresentados.

6.2 RESULTADOS

O objetivo desta pesquisa foi testar a hipótese de que, tanto sistemas quanto técnicas de cimentação, influenciam na resistência de união da cerâmica à dentina. Esta hipótese foi comprovada. Não obstante, existe uma correlação direta na aplicação destas duas variáveis, de forma que na seleção do sistema e da técnica de cimentação, o Cirurgião-Dentista deve dispensar igual atenção a ambas. Embora seja aconselhável analisar os dois fatores juntos, inicialmente, irá se proceder uma discussão separada dos resultados dos sistemas e das técnicas de cimentação, e, posteriormente, os dois fatores serão analisados em conjunto.

Com relação às técnicas de cimentação, a testada nos grupos Controle, em que a polimerização do adesivo foi realizada junto com o cimento após o assentamento da cerâmica, foi, significativamente, superior às demais. Este resultado é um alento em se tratando de aplicação clínica das estratégias testadas. A utilização dos sistemas adesivos sem a polimerização prévia é ideal quando se pensa no assentamento das restaurações indiretas, tendo em vista que produzem uma interface adesiva menos espessa (FRANKENBERGER et al., 1999; HAHN et al., 2000; COELHO SANTOS; NAVARRO; MC COMB, 2005). Alguns autores acreditam que a formação de uma interface adesiva mais espessa, como a obtida quando o adesivo é, previamente, ativado é benéfica para o desenvolvimento de uma camada menos susceptível aos estresses da contração de polimerização (DAVIDSON; VAN ZEGHBROECK; FEILZER, 1991; MOLIN; KARLSSON; KRISTIANSEN, 1996). Todavia, parece estar cada vez mais claro que, restaurações indiretas de excelência são possíveis a partir do momento que um cimento resinoso aliado a um sistema adesivo que tenha alta resistência de união à dentina e à cerâmica, e excelentes propriedades mecânicas, seja utilizado, suplantando o papel da espessura da interface adesiva e até mesmo da adaptação (FURUKAWA; INAI; TAGAMI, 2002). De acordo com estes autores, a adesão do

cimento ao substrato dental é muito importante para obtenção de uma adequada resistência à fratura de toda a restauração indireta. Tais afirmações corroboram os resultados encontrados nos grupos de controle avaliados nesta pesquisa. Embora tenham produzido interfaces adesivas mais finas, em comparação com as demais técnicas, alcançaram valores de resistência de união à dentina, mais elevados, tornando o conjunto dente/interface adesiva/cerâmica mais resistente. Excelentes resultados obtidos em estudos clínicos controlados com até 8 anos de duração comprovam a eficácia desta técnica, o que dá ainda mais credibilidade aos dados encontrados neste trabalho (FRANKENBERGER; PETSCHLIT; KRAMER, 2000; KRAMER; FRANKENBERGER, 2005; KRAMER et al. 2006).

Algumas considerações clínicas devem ser feitas quanto à utilização da técnica de não fotopolimerização do sistema adesivo, previamente, ao assentamento da cerâmica. Tais resultados só foram possíveis devido a uma efetiva fotoativação do cimento e, sobretudo, do adesivo através da pastilha de cerâmica. Em face de uma polimerização inadequada, provavelmente os resultados destes trabalhos seriam outros. Isto ocorre porque grande parte dos cimentos duais depende da fotoativação para obter uma adequada conversão dos monômeros em polímeros (RASETTO et al., 2004; SOARES; SILVA; FONSECA, 2006; MENG; YOSHIDA; ATSUTA, 2006), bem como garantir uma adequada resistência de união inicial (ARRAIS et al., 2007). Ademais, qualquer sistema adesivo que não possui ativação química, como os testados nesta pesquisa, dependem, totalmente, da fotoativação. Portanto, ao optar por esta técnica no consultório, é fundamental que o profissional tenha controle da potência do seu aparelho fotopolimerizador, bem como ciência de que deve aplicar tempos mais elevados de fotoativação, de acordo com a espessura da restauração indireta. Além disso, a fotopolimerização deve ser realizada de forma multidirecional, como citado no tópico anterior da discussão, para assim obter uma união confiável ao dente.

Alguns trabalhos encontraram resultados superiores de resistência de união de restaurações indiretas à dentina quando a técnica do Selamento Dentinário Imediato foi utilizada (MAGNE et al., 2005; MAGNE et al., 2007).

Cabe ressaltar que sobre o sistema adesivo, tais estudos realizaram uma técnica direta para a confecção da restauração. Desta maneira, é muito difícil realizar comparações com o presente trabalho, tendo em vista as diversas variações nas metodologias aplicadas. Outros estudos encontraram melhores resultados de resistência de união quando a técnica do Revestimento com Resina foi aplicada (JAYASOORIYA et al., 2003A; NIKAIDO et al., 2003; DUARTE; DE GOES; MONTES, 2006). O que pesa na avaliação destes trabalhos é que não houve a comparação com a técnica de não polimerização do adesivo, previamente, ao assentamento da restauração. Quando, e se, estes autores a fizeram, realizaram-na com o adesivo ED Primer, o qual já foi, previamente, mencionado como um sistema deficiente. Parece necessária a procura por uma maior padronização das metodologias, buscando assim uma real comparação de técnicas. É muito importante que futuros estudos que porventura confrontem técnicas e sistemas, o façam de maneira igual, ou seja, todos os sistemas testados devem ser avaliados com todas as técnicas, para que desta maneira possa ser realizada uma comparação real e, sobretudo, direta dos resultados.

Sobre os sistemas de cimentação testados nesta pesquisa, o Optibond FL/Nexus 2 foi, estatisticamente, superior aos demais. Basicamente este resultado não surpreende, por ser este adesivo do tipo em que o dente sofre condicionamento ácido total e apresenta o primer separado do adesivo. A literatura é vasta em apontar este sistema como o mais eficaz, não só em testes laboratoriais (BOUILLAGUET et al., 2001; DE MUNCK et al., 2003), mas também em estudos clínicos (PEUMANS et al., 2005), motivo pelo qual este é considerado o “padrão ouro” em termos de sistema adesivo. Analisando o conjunto, a camada hidrofóbica do Optibond FL possui quase 50% de carga inorgânica, o que o torna capaz de hibridizar a dentina e formar uma base com baixo módulo de elasticidade, aumentando a adaptação à dentina (DIETSCHI et al., 2002). Em favor deste sistema de cimentação, também, está o cimento resinoso dual utilizado. O Nexus 2 é considerado um cimento com excelentes propriedades mecânicas, além de possuir uma ótima função química, a qual permite a manutenção da sua conversão, conservando suas propriedades mesmo

na ausência da luz (COELHO SANTOS et al., 2004; MENG; YOSHIDA; ATSUTA, 2007). Estes fatores associados explicam o ótimo desempenho deste sistema de cimentação.

Os sistemas Clearfil SE/Panavia F e Adper Single Bond 2/Rely X ARC foram, estatisticamente, iguais. Com relação à utilização do sistema autocondicionante com o primer ácido separado do adesivo, no caso o Clearfil SE, a sua indicação parece ganhar cada vez mais força, tendo em vista que os resultados deste tipo de adesivo, sobretudo do Clearfil SE, têm sido muito animadores (CHEONG et al., 2003; DE MUNCK et al., 2003; PEUMANS et al., 2005). De acordo com Inoue et al. (2005), a durabilidade da adesão à dentina é dependente da estabilidade hidrolítica do monômero funcional, propriamente dito, 10-MDP no caso do Clearfil SE. Devido à presença deste monômero, os autores afirmam que o adesivo parece infiltrar a dentina, parcialmente, desmineralizada muito bem, protegendo a rede colágena da hidrólise, a qual pode causar a degradação do adesivo. Um bom argumento para amparar os resultados homogêneos apresentados pelos dentes que receberam o sistema de cimentação CF, pode ser justamente a substituição do ED Primer pelo Clearfil SE. Em virtude de possuir uma camada hidrofóbica separada do primer, este adesivo parece atingir resultados melhores com o Panavia F, do que em relação ao sistema indicado pelo fabricante, argumento corroborado por Mak et al. (2002) e já discutido anteriormente. Já com relação ao adesivo Adper Single Bond 2, no qual o dente recebe o condicionamento ácido total e que apresenta o primer e o adesivo no mesmo frasco, os resultados devem ser observados com cautela. Embora este estudo não tenha avaliado a degradação da adesão, em função do tempo, diversos estudos já reportaram que sistemas simplificados, notadamente, os autocondicionantes com o primer e o adesivo no mesmo frasco, bem como o sistema de condicionamento ácido total simplificado, atuam como membranas semipermeáveis, induzindo à degradação hidrolítica da interface adesiva de forma mais rápida do que os sistemas em que se aplica a segunda camada com adesivo hidrofóbico (TAY et al., 2003; DE MUNCK et al., 2003; PEUMANS et al., 2005). Por conseguinte, quando o profissional for optar por um sistema de

cimentação, este estudo não pode ser o único parâmetro, tendo em vista que, diversos fatores que podem alterar o desempenho clínico das restaurações indiretas, não foram testados. Todavia, a presente pesquisa parece ser um bom indicador para o Cirurgião-Dentista, já que o sistema que apresentou os melhores resultados é também considerado o mais eficaz quando outras variáveis, como a durabilidade da interface adesiva, são analisadas.

Talvez o tópico mais importante deste estudo seja a análise em conjunto da técnica com o sistema de cimentação empregado. Ficou provado neste trabalho que estas duas variáveis devem andar lado a lado, porque são fortemente correlacionadas ($p < 0,055$). Portanto, o profissional que for realizar a cimentação de uma restauração adesiva em cerâmica deve estar ciente de que a escolha correta do sistema e da técnica de cimentação é primordial, para a obtenção de um bom resultado.

Quando a técnica de não polimerizar o sistema adesivo antes do assentamento da cerâmica foi empregada, o sistema Optibond FL/Nexus 2 apresentou os melhores resultados. Possivelmente, isto se deve ao fato de este sistema adesivo ter um alto percentual de carga inorgânica na camada hidrofóbica, que é bastante viscosa e, possivelmente, protegeu as fibras colágenas não polimerizadas da colabação, que porventura pudesse ser causada pela pressão durante o assentamento da pastilha de cerâmica, como citado por Dietschi et al. (2002). Não obstante, embora estatisticamente diferente, o grupo Adper Single Bond 2/Rely X ARC também obteve os melhores resultados com esta técnica. Este resultado expôs uma deficiência nos estudos. Normalmente, este tipo de sistema adesivo possui um ativador que os torna dual, o que não é o caso do Adper Single Bond 2. O fato é que, justamente, por alguns sistemas possuírem este ativador, raramente esta marca é testada sem a realização da fotopolimerização, previamente, ao assentamento da cerâmica. Alguns trabalhos já utilizaram os adesivos Single Bond e Adper Single Bond, que foram os predecessores do Adper Single Bond 2, todavia sem apresentar as, aproximadamente, 10% de nanopartículas (em peso) que o sucessor possui, em testes de cimentação de restaurações indiretas (MAK et al., 2002;

JAYASOORIYA et al., 2003A; COELHO SANTOS; NAVARRO; Mc COMB, 2005; DE MENEZES; ARRAIS; GIANNINI, 2006). Contudo, em nenhum destes estudos este adesivo foi testado sem a fotoativação prévia. Portanto, este foi o primeiro trabalho que testou a resistência de união da dentina à cerâmica por microtração, utilizando o sistema de cimentação Adper Single Bond 2/Rely X ARC sem realizar a fotopolimerização prévia do adesivo. Os resultados de certa forma são surpreendentes, já que, teoricamente, o Adper Single Bond 2 apresenta uma camada mais fina de adesivo por ser simplificado, mesmo possuindo partículas de carga. Possivelmente, o cimento resinoso dual, inserido antes da cimentação, funcionou como uma camada hidrofóbica sobre o adesivo e, da mesma forma como fez com o Optibond FL, tenha protegido as fibras colágenas não fotoativadas durante a carga provocada pelo assentamento da cerâmica. A diferença nos resultados pode estar, justamente, na alta quantidade de partículas inorgânicas presentes no Optibond FL, ao contrário do Adper Single Bond 2, que tem um percentual muito menor de nanopartículas. Para o sistema Clearfil SE/Panavia F, que apresentou resultados similares ao sistema SB quando o adesivo não foi previamente fotopolimerizado, a explicação é a mesma. Embora ele forme uma camada de adesivo hidrofóbica, posterior à aplicação do primer, este adesivo tem uma quantidade de micropartículas muito baixa. Logo, ele também foi beneficiado pela inserção do cimento resinoso antes do assentamento da cerâmica.

Com relação à técnica de fotoativação prévia do sistema adesivo, antes da aplicação do cimento, todos os sistemas de cimentação se equivaleram. Tais resultados vão ao encontro de outras publicações que encontraram dados semelhantes (MAK et al., 2002; NIKAIDO et al., 2003; DE MENEZES; ARRAIS; GIANNINI, 2006). O maior cuidado na aplicação desta técnica deve ser quanto ao assentamento da restauração, e a avaliação para a sua escolha deve ser muito criteriosa. Quando um sistema adesivo com uma camada hidrofóbica é aplicado, sua fotopolimerização prévia ao assentamento da cerâmica não é recomendada na prática clínica (FRANKENBERGER et al., 1999), em detrimento ao correto assentamento final da restauração. De acordo com Choi; Condon; Ferracane

(2000), testando um adesivo não particulado do tipo que o dente recebe o condicionamento ácido total e apresenta o primer separado do adesivo, constataram que a primeira camada do adesivo hidrofóbico alcançou, aproximadamente, 50 μ m de espessura e, a segunda e terceira camadas apresentaram espessura entre 75 μ m e 100 μ m. Isto já é o suficiente para provocar um espaço significativo entre o dente e a restauração, calculando que sobre essa camada de adesivo ainda será inserido o cimento resinoso. Ademais, segundo Stavridakis; Krejci; Magne (2005), analisando a espessura do adesivo Optibond FL em cavidades para restaurações do tipo *Onlays*, observaram que a espessura do adesivo variou entre 87 μ m \pm 73,76 μ m, de acordo com a área do preparo em que a análise ocorreu. Segundo Coelho Santos et al. (2005), o adesivo Single Bond alcançou uma média de 12,2 μ m de espessura quando, previamente, fotoativado em cavidades MO, o que seria o suficiente para um assentamento de uma restauração do tipo *inlay* sem interferência. Todavia, os autores salientam que, em áreas específicas, camadas de adesivo mais espessas (até 25,5 μ m) foram observadas. Tais reflexões, associadas aos resultados medianos obtidos pelos sistemas de cimentação avaliados com a técnica de polimerização prévia do sistema adesivo na presente pesquisa, não encorajam a sua indicação.

A interação dos sistemas de cimentação com a técnica do selamento dentinário imediato não revelou resultados surpreendentes. Os sistemas adesivos que possuem uma camada hidrofóbica adicional levaram vantagem em relação ao sistema simplificado. Na verdade, o sistema CF foi, estatisticamente, igual ao OP, que foi o melhor. Contudo, o mesmo sistema CF foi, também, significativamente igual ao SB, que foi o pior. Tais resultados podem ser explicados ao avaliar a etapa de cimentação e ao analisar a espessura final do adesivo. De acordo com Zheng et al. (2001), quanto mais espessa foi a camada do Single Bond, menor foi a resistência de união do adesivo à dentina. Já com relação ao outro sistema utilizado no teste de Zheng et al. (2001), o Clearfil Liner Bond 2V, que foi, posteriormente, substituído pela empresa pelo Clearfil SE, apresentou resultados inversos. Quando a técnica do selamento dentinário imediato foi aplicada, o melhor resultado coube ao sistema OP, ainda que, estatisticamente, igual ao CF.

Coincidentemente ou não, o sistema de cimentação OP foi o único em que nenhum tipo de solvente foi aplicado por sobre a superfície dentinária pré-hibridizada após a limpeza com ácido fosfórico. Embora tenham utilizado uma metodologia voltada para restaurações diretas, Magne et al. (2007) encontraram resultados semelhantes quando compararam a técnica do selamento dentinário imediato com o Optibond FL e o Clearfil SE, corroborando, em parte, os dados obtidos nesta pesquisa. Futuras avaliações com relação ao selamento dentinário imediato envolvendo avaliações clínicas, comparando não só a técnica com outras, mas também comparando sistemas de cimentação, parecem necessárias para que se comprovem a eficácia desta estratégia de cimentação adesiva.

A utilização da técnica do selamento dentinário imediato parece interessante do ponto de vista do conforto do paciente. A possível ausência da anestesia na consulta de cimentação, bem como a menor ocorrência de hipersensibilidade durante a fase de temporização são características que pesam em favor desse tipo de abordagem (MAGNE, 2005). Contudo, o potencial de melhorar a resistência de união da dentina à cerâmica, obtendo valores superiores a outras técnicas parece não ter sido atingido na presente pesquisa. Diversos autores, embora aplicando metodologias bem diferentes que merecem ser analisadas com atenção, encontraram valores superiores de resistência de união quando aplicaram as técnicas do selamento dentinário imediato ou do revestimento com resina (BERTSCHINGER et al., 1996; JAYASOORIYA et al., 2003A; NIKAIDO et al., 2003; OZTURK; AYKENT, 2003; CARVALHO et al., 2004; MAGNE et al., 2005; CHIEFFI et al., 2007; FRANKENBERGER et al., 2007). A aplicação desta técnica com um sistema adesivo de condicionamento ácido total com o primer e o adesivo no mesmo frasco parece não fazer sentido, nem do ponto de vista dos resultados obtidos neste estudo, nem muito menos da necessidade clínica que a aplicação deste sistema demanda. Esta é uma técnica idealizada para ser utilizada com os sistemas adesivos considerados mais eficazes, incluindo-se nesse grupo, principalmente, os sistemas em que o primer se apresenta separado do adesivo. Isto se explica ao fato destes sistemas, se fotopolimerizados, imediatamente, antes do assentamento da cerâmica

produzirem uma espessura de película incompatível com a sua aplicação em cimentações adesivas. Se o adesivo for fotoativado antes da moldagem e da colocação da restauração provisória, esta espessura mais avantajada não irá interferir no assentamento da restauração, já que no momento da cimentação, somente, a camada hidrofóbica é utilizada sobre a superfície dentinária pré-hibridizada. Em face ao encontrado neste trabalho, sugere-se que quando a opção recair pela técnica do selamento dentinário imediato, a sua realização ocorra com um adesivo com a camada adicional hidrofóbica, de preferência sem a aplicação de qualquer tipo de solvente no momento da cimentação. Ademais, a utilização de sistemas adesivos de condicionamento ácido total, nos quais o adesivo é apresentado junto com o primer não parece ser indicada para esta técnica, de acordo com os dados obtidos neste estudo.

Por fim, este trabalho realizou uma leitura dos padrões de fratura apresentados pelas metades dos filetes de cerâmica e dentina, fraturadas durante o teste de microtração. Os resultados apresentaram quase que na sua totalidade, a ocorrência de fraturas dentro da interface adesiva. Incluem-se aí as fraturas coesivas no adesivo, coesivas no cimento e mistas; coesivas no cimento e coesivas no adesivo, que foram os 3 padrões mais comuns encontrados, com enfoque nos dois últimos. Isto pode ser explicado por alguns motivos. O primeiro é que o teste de microtração na sua concepção induz à fratura na interface adesiva (SANO et al., 1994). Ademais, como na metodologia do presente trabalho foram utilizadas variáveis do teste de microtração, que resultam num desempenho melhor dos corpos-de-prova, como já discutido, existe uma propensão à obtenção de um número maior e mais representativo de falhas interfaciais, mesmo para os sistemas mais resistentes (POIVETIN et al., 2008), afirmação que pode ser comprovada através dos dados dos padrões de fratura obtidos nesta pesquisa. Os padrões de fratura obtidos neste estudo parecem ir de encontro às observações de Okuda et al.(2007), que sugerem que o elo mais fraco da união entre restaurações indiretas e a dentina é o cimento resinoso.

Quanto à técnica do selamento dentinário imediato, a parte mais fraca da união entre dentina e cerâmica parece ser, justamente, a adesão da camada

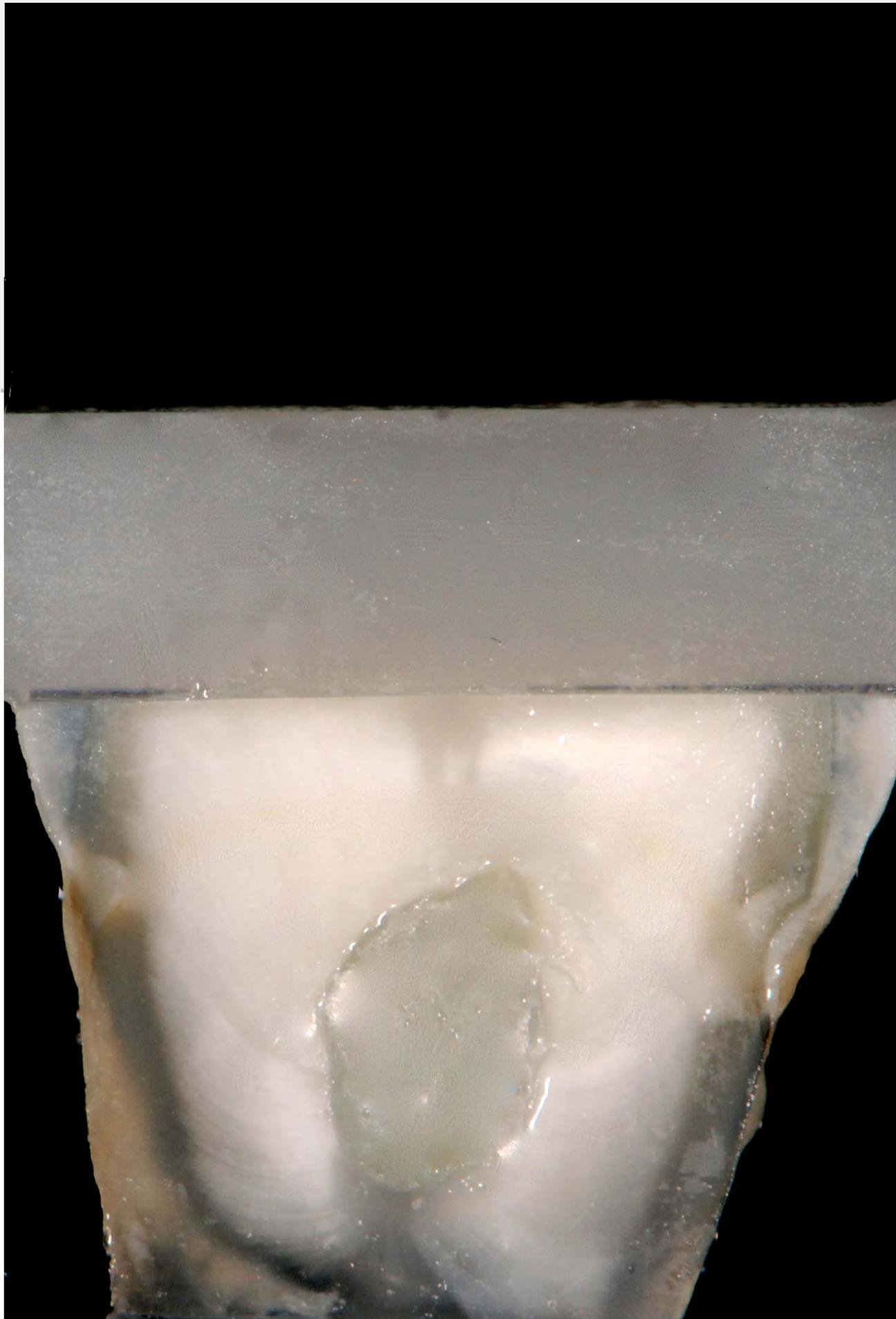
inicial do sistema adesivo, com a outra camada aplicada no momento da cimentação. Isto fica evidente no caso do sistema Optibond/Nexus 2. Neste caso, quando a técnica da polimerização prévia do adesivo foi aplicada, Grupo P, ocorreram 93,5% de fraturas coesivas no cimento resinoso. Já quando a técnica do grupo S foi utilizada, essa porcentagem caiu para, apenas, 40%, sendo que o predomínio foi de fraturas mistas, coesivas no adesivo e coesivas no cimento resinoso. No caso dos dentes que receberam os sistemas de cimentação Clearfil SE/Panavia F e Adper Single Bond 2/Rely X ARC aplicados com a técnica do Selamento Dentinário Imediato, 49% das fraturas ocorreram coesivas no adesivo, o que pode explicar o resultado, levemente, inferior do CF e, estatisticamente, inferior do SB, em relação a OP. Isto pode ser explicado pelo fato de que nesta técnica o sistema adesivo é, totalmente, fotopolimerizado, ou seja, não existe uma camada inibida pelo oxigênio (RUEGGERBERG; MARGESON, 1990), já que foi realizada a aplicação do sistema adesivo inicial e sobre ele foi aplicado o bloqueador de oxigênio (KY). Após a fotopolimerização desta camada coberta com a glicerina, foi realizada a temporização. No momento da cimentação, há a necessidade de se proceder a um jateamento com partículas de óxido de alumínio, com o intuito, principalmente, de criar microretenções na camada inicial (MAGNE, 2005). Desta forma, não existe uma união química real entre esta camada e o cimento resinoso, como ocorreu nas técnicas P, que apresentava esta camada inibida, e C, na qual o cimento era aplicado sobre o adesivo não fotopolimerizado. Sendo assim, o elo mais fraco desta união seria, justamente, a ligação da camada de adesivo inicial com a aplicada no momento da cimentação, daí os altos valores de fraturas coesivas no adesivo. Esta pode ser uma explicação para esta técnica não ter apresentado valores de resistência de união superiores.

O sistema OP também foi o que apresentou a menor taxa de falhas coesivas no adesivo na técnica C, na qual não houve a polimerização prévia do sistema adesivo (15,5%), envolvendo neste valor também um pequeno número de falhas mistas entre a camada híbrida e o adesivo. Já os sistemas SB e CF apresentaram uma taxa de 37,5% e 52,5%, respectivamente, de fraturas coesivas no adesivo, somadas a um pequeno número de fraturas mistas, envolvendo entre

a camada híbrida e coesivas no adesivo. Isso parece indicar que o alto conteúdo de partículas de carga do Optibond FL atua a seu favor, já que um valor baixo de fraturas ocorreu, exclusivamente, no adesivo. Tais resultados vão ao encontro das afirmações de Magne e Douglas (1999), que observaram que o Optibond FL é um adesivo que forma uma camada consistente e uniforme, bem como é capaz de formar uma adequada coesão com o cimento resinoso.

O fato das fraturas estarem quase que, exclusivamente, na interface adesiva é um sinal de que, apesar das diferenças nas interações entre técnicas e sistemas de cimentação utilizadas nesta pesquisa, todas obtiveram resultados satisfatórios, já que não foi possível observar em nenhum dos 9 grupos testados, a ocorrência significativa de falhas adesivas entre dentina e cimento.

Os achados desta pesquisa não podem ser extrapolados, e devem sim, funcionar como um indicador de que tanto as técnicas quanto os sistemas de cimentação devem ser pensados em conjunto, a fim de se obter o melhor da cimentação adesiva. Esta pesquisa procurou não realizar comparações de valores absolutos com outros trabalhos, por entender que devido às diferenciações nas metodologias, estas comparações podem gerar conclusões precipitadas e irreais, pensamento compartilhado por De Munck et al. (2003). Seguindo este conceito, o que irá se concluir deste estudo, com relação às interações significativas entre técnicas e sistemas de cimentação deve funcionar como uma base para futuras interpretações de resultados, como as que foram realizadas nesta discussão, através da citação de diversas pesquisas científicas.



Conclusão

7 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos e da metodologia aplicada nesta pesquisa, parece lícito concluir que:

- 1) A resistência de união da cerâmica à dentina é influenciada pela técnica e pelo sistema de cimentação utilizados.
- 2) A técnica e o sistema de cimentação devem ser analisados em conjunto quando forem selecionados para uma cimentação adesiva à dentina envolvendo cerâmica.
- 3) A fotopolimerização do sistema adesivo, em conjunto com o cimento resinoso, após o assentamento da cerâmica, é recomendada para obtenção de uma resistência de união mais alta da cerâmica à dentina.
- 4) O conjunto técnica/sistema de cimentação que apresentou os melhores resultados foi o Optibond FL/Nexus 2, quando o sistema adesivo não foi polimerizado previamente à inserção do cimento resinoso e ao assentamento da cerâmica.
- 5) Embora tenha havido diferença estatística ente técnicas e sistemas de cimentação, todos os grupos testados apresentaram resultados satisfatórios com relação à união à dentina, já que a, quase, totalidade dos padrões de fratura ocorreu dentro da interface adesiva.



Referências

REFERÊNCIAS³

ABO-HAMAR, S. E. et al. Effect of temporary cements on the bond strength of ceramic luted to dentin. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.21, n.9, p.794-803, Sep. 2005.

ARRAIS, C. et al. Microtensile bond strength of dual-polymerizing cementing systems to dentin using different polymerizing modes. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.97, n.2, p.99-106, Feb. 2007.

ATTAR, N.; TAM, L.; MCCOMB, D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.89, n.2, p.127-134, Feb. 2003.

BERTSCHINGER, C. et al. Dual application of dentin bonding agents: its effects on the bond strength. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.9, n.3, p.115-119, Jun. 1996.

BOUILLAGUET, S. et al. Bond strength of composite to dentin using conventional, one step, and self-etching adhesive systems. **J. Dent.**, Kidlington, v.29, n.1, p.55-61, Jan. 2001.

BRESCHI, L. et al. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.24, n.1, p.90-101, Jan. 2008.

BROILO, J. et al. Efeito do selamento dentinário imediato e de materiais restauradores provisórios na resistência de união à dentina. **Rev. Odontol. Ciência – Fac. Odontol/PUCRS**, v.21, n.54, p.326-331, out./dez. 2006

³ Baseado na NBR 6023: 2002 da ABNT.

CARVALHO, C.N. et al. Effect of ZOE temporary restoration on resin-dentin bond strength using different adhesive strategies. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v.19, n.3, p.144-152, 2007.

CARVALHO, R. et al. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise self-etching primers to dentine. **J. Dent.**, Kidlington, v.32, n.1, p.55-65, Jan. 2004.

CEKIC, I. et al. Ceramic-dentin bonding: effect of adhesive systems and light-curing units. **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, v.9, n.1, p.17-23, Feb. 2007.

CHEONG, C. et al. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one step systems. **Oper. Dent.**, Seattles, v.28, n.6, p.747-755, Nov./Dec. 2003.

CHIEFFI, N. et al. The effect of application sustained seating pressure on adhesive luting procedure. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.23, n.2, p.159-164, Feb. 2007.

CHOI, K.K.; CONDON, J.R.; FERRACANE, J. The effects of polymerization contraction stress of composite. **J. Dent. Res.**, Washington, v.79, n.3, p.812-817, Mar. 2000.

COELHO SANTOS, M. J. et al. The effect of dentin adhesive and cure mode on film thickness and microtensile bond strength to dentin in indirect restorations. **Oper. Dent.**, Seattle, v.30, n.1, p.50-57, Jan./Feb. 2005.

COELHO SANTOS, M. J. et al. Effect of light curing method on volumetric polymerization shrinkage of resin composites. **Oper. Dent.**, Seattle, v.29, n.2, p.157-161, Mar./Apr. 2004.

DAVIDSON, C.; VAN ZEGHBROECK, L.; FEILZER, A. J. Destructive stresses in adhesive luting cements. **J. Dent. Res.**, Washington, v.70, n.5, p.880-882, May 1991.

DE MENEZES, M.; ARRAIS, C.; GIANNINI, M. Influence of light-activated and auto- and dual-polymerizing adhesive systems on bond strength of indirect composite resin to dentin. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.96, n.2, p.115-121, Aug. 2006.

DE MUNCK, J. et al. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, v.82, n.2, p.136-140, Feb. 2003.

DE MUNCK, J. et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results. **J. Dent. Res.**, Washington, v.84, n.2, p.118-132. Feb. 2005.

DIAZ-ARNOLD, A.; VARGAS, M.; HASELTON, D. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.81, n.2, p.135-141, Feb. 1999.

DIETSCHI, D. et al. Marginal and internal adaptation of class II restorations after immediate or delayed composite placement. **J. Dent.**, Kidlington, v.30, n.5-6, p.259-269, Jul./Aug. 2002.

DONOVAN, T.; CHO, G. Contemporary evaluation of dental cements. **Compend. Contin. Educ. Dent.**, Jamesburg, v.20, n.3, p.197-199, Mar. 1999.

DUARTE, R.; DE GOES, M.; MONTES, M. Effect of time on tensile bond strength of resin cement bonded to dentine and low-viscosity composite. **J. Dent.**, Kidlington, v.34, n.1 p.52-61, Jan. 2006.

FERRARI, M. et al. Microtensile bond strength tests: scanning electron microscopy evaluation of sample integrity before testing. **Eur. J. Oral. Sci.**, v.110, n.5, p.385-391, Oct. 2002.

FONSECA, R.B. et al. Influence of provisional cements on ultimate bond strength of indirect composite restorations to dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, v.7, n.3, p.225-230, 2005. Autumn.

FRANKENBERGER, R.; PETSCHLT, A.; KRAMER, N. Leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after six years: clinical behavior. **Oper. Dent.**, Seattle, v.25, n.6, p.459-65, Nov./Dec. 2000.

FRANKENBERGER, R. et al. Adhesive luting revisited: Influence of adhesive, temporary cement, cavity cleaning, and curing mode on internal dentin bond strength. **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, v.9, n.2, p.269-273, Apr. 2007.

FRANKENBERGER, R. et al. Dentin bond strength and marginal adaptation: Direct composite resin vs ceramic inlays. **Oper. Dent.**, Seattle, v.24, n.3, p.147-155, Jun. 1999.

FRANKENBERGER, R. et al. Luting of ceramic inlays in vitro: Marginal quality of self-etch and etch-and-rinse adhesives versus self-etch cements. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.24, n.2, p.185-191, Feb. 2008.

FURUKAWA, K.; INAI, N.; TAGAMI, J. The effects of luting resin bond to dentin on the strength of dentin supported by indirect resin composite. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.18, n.2, p.136-142, Mar. 2002.

GALLO, J. et al. Two-year clinical evaluation of a posterior resin composite using a fourth- and fifth- generation bonding agent. **Oper. Dent.**, Seattle, v.30, n.3, p.290-296, May/Jun. 2005.

GOULART, D. et al. Avaliação da contaminação com eugenol na resistência de união por microtração entre resina e dentina. **Rev. Ibero-Am de Odontol. Estet. Dent.**, v.3, n.9, p.61-68, 2004.

HAHN, P. et al. Effect of different luting procedures on the seating of ceramic inlays. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.27, n.1, p.1-8, Jan. 2000.

HALLER, B.; HASSNER, K.; MOLL, K. Marginal adaptation of dentin bonded ceramic inlays: effects of bonding systems and luting resin composites. **Oper. Dent.**, Seattle, v.28, n.5, p.574-584, Sep./Oct. 2003.

HIKITA, K. et al. Bonding effectiveness of adhesive luting to enamel and dentin. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.23, n.1, p.71-80, Jan. 2007.

INOUE, S. et al. Hydrolytic stability of self-etch adhesives bonded to dentin. **J. Dent. Res.**, Washington, v.84, n.12, p.1160-1164, Dec. 2005.

JAYASOORIYA, P.R. et al. Efficacy of a resin coating on bond strengths of resin cement to dentin. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v.15, n.2, p.105-113, 2003.A

JAYASOORIYA, P.R. et al. The effect of a “resin coating technique” on the interfacial adaptation of composite inlays. **Oper. Dent.**, Seattle, v.28, n.1, p.28-35, Jan./Feb. 2003. B

KITASAKO, Y. et al. Effect of resin-coating technique on dentin tensile bond strengths over 3 years. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v.14, n.2, p.115-122, 2002.

KRAMER, N. et al. Ceramic inlays bonded with two adhesives after 4 years. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.22, n.1, p.13-21, Jan. 2006.

KRAMER, N.; FRANKENBERGER, R. Clinical performance of bonded leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after eight years. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.21, n.3, p.262-271, Mar. 2005.

KRAMER, N.; FRANKENBERGER, R. Leucite-reinforced glass ceramic inlays after six years: wear of luting composites. **Oper. Dent.**, Seattle, v.25, n.6, p.466-472, Nov./Dec. 2000.

MAGNE, P. et al. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.94, n.6, p.511-519, Dec. 2005.

MAGNE, P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v.17, n.3, p.144-154, 2005.

MAGNE, P., DOUGLAS, W. H. Porcelain veneers: dentin bonding optimization and biomimetic recovery of the crown. **Int. J. Prosthodont**, Philadelphia, v.12, n.2, p.111-121, Mar./Apr. 1999.

MAGNE, P.; SO, W. S.; CASCIONE, P. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.98, n.3, p.166-174, Sep. 2007.

MAK, Y. et al. Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.18, n.8, p.609-621, Dec. 2002.

MENG, X.; YOSHIDA, K.; ATSUTA, M. Influence of light irradiation condition on microshear bond strength of dual-cured resin luting agents. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.26, n.4, p.575-581, Jul. 2007.

MOLIN, M. K.; KARLSSON, S. L.; KRISTIENSEN, M. S. Influence of film thickness on joint bend strength of a ceramic/resin composite joint. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.12, n.4, p.245-249, Jul. 1996.

MOTA, C. et al. Tensile bond strength of four resin luting agents bonded to bovine enamel and dentin. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.89, n.6, p.558-564, Jun. 2003.

NIKAIDO, T. et al. Tensile bond strengths of resin cements to bovine dentin using resin coating. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.16, n.41A-46A, Sept. 2003.

OKUDA, M. et al. Microtensile bond strengths to cavity floor dentin in indirect composite restorations using resin coating. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v.19, n.1, p.38-46, 2007.

OZTURK, N.; AYKENT, F. Dentin bond strengths of two ceramic inlay systems after cementation with three different techniques and one bonding systems. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.89, n.3, p.275-281, Mar. 2003.

PASHLEY, E. L. et al. Dentin permeability: sealing the dentin in crown preparations. **Oper. Dent.**, Seattle, v.17, n.1, p.13-20, Jan./Feb. 1992.

PAUL, S. J.; SCHARER, P. The dual bonding technique: a modified method to improve adhesive luting procedures. **Int. J. Period. Rest. Dent.**, v.17, n.6, p.536-545, Dec. 1997A.

PAUL, S. J.; SCHARER, P. Effect of provisional cements on the bond strength of various adhesive bonding systems on dentine. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.24, n.1, p.8-14, Jan. 1997B.

PEIXOTO, R.T. et al. Light transmission through porcelain. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.23, n.11, p.1363-1368, Nov. 2007.

PERDIGÃO J. et al. In vivo influence of residual moisture of microtensile bond strengths of one-bottle adhesives. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v.14, n.1, p.31-8, 2002.

PEUMANS, M. et al. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. **Dent. Mater.**, Kidlington, n.21, p.864-881, Sept. 2005.

PIWOWARCZYK, A. et al. Long-term bond between dual-polymerizing cementing agents and human hard dental tissue. **Dent. Mater.**, Kidlington, v.23, n.3, p.211-217, Feb. 2007.

POITEVIN, A. et al. Critical analysis of the influence of different parameters on microtensile bond strength of adhesives to dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Maldin, v.10, n.1, p.7-16, Jan./Feb. 2008.

RASETTO, F. et al. Light transmission through all-ceramic dental materials: a pilot study. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.91, n.5, p.441-446, May 2004.

RASETTO, F.; DRISCOLL, C.; VON FRAUNHOFER, J. Effect of light source and time on the polymerization of resin cement through ceramic veneers. **J. Prosthodont. Dent.**, St. Louis, v.10, n.3, p.133-139, Sep. 2001.

RUEGGEBERG, F.A., MARGESON, D.H. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. **J. Dent. Res.**, Washington, v.69, n.10, p.1652-1658, Oct. 1990.

RUEGGEBERG, F.; CAUGHMAN, W. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. **Oper. Dent.**, Seattle, v.18, n.2, p.48-55, Mar./Apr. 1993.

SADEK, F. T. **Influência de parâmetros metodológicos sobre o ensaio de microtração: microscopia eletrônica de varredura e resistência de união.** 2005, 116p. Tese (Doutorado em Odontologia – Materiais Dentários), Faculdade Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANO, H. et al. 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, Jul. 1994.

SHONO, Y. et al. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. **J. Dent. Res.**, v.78, n.2, p.699-705, Feb. 1999.

SOARES, C.; SILVA, N.; FONSECA, R. Influence of the feldspathic ceramic thickness and shade on the microhardness of dual resin cement. **Oper. Dent.**, Seattle, v.31, n.3, p.384-389, May/Jun. 2006.

STAVRIDAKIS, M.; KREJCI, I.; MAGNE, P. Immediate dentin sealing of onlay preparations: thickness of pre-cured dentin bonding agent and effect of surface cleaning. **Oper. Dent.**, Seattle, v.30, n.6, p.747-757, Nov./Dec. 2005.

TAY, F. et al. Buonocore Memorial Lecture: Water treeing in simplified adhesives- Déjà vu? **Oper. Dent.**, Seattle, v.30, n.5, p.561-579, Sept./Oct. 2003.

VAN MEERBEEK, B. et al. A randomized, controlled trial evaluating the three-year clinical effectiveness of two etch & rinse adhesives in cervical lesions. **Oper. Dent.**, Seattle, v.29, n.4, p.376-385, Jul./Aug. 2004.

VAN MEERBEEK, B. et al. Buonocore memorial lecture: adhesion to enamel and dentin: current status and failure challenges. **Oper. Dent.**, Seattle, v.28, n.3, p.215-235, May/Jun. 2003.

VAN MEERBEEK, B. et al. The clinical performance of adhesives. **J. Dent.**, Kidlington, v.26, n.1, p.1-20, Jan. 1998.

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

VARJÃO, F. et al. Study on film thickness of four resin cements. **Rev. Odontol. UNESP, São Paulo**, v.31, n.2, p.171-177, 2002.

ZHENG, L. et al. Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. **Oper. Dent.**, Seattle, v.26, n.1, p.97-104, Jan./Feb. 2001.

ANEXOS

ANEXO A
PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA

ANEXO B
TERMO DE DOAÇÃO

APÊNDICES

APÊNDICE A

RESULTADOS DE TODOS OS DENTES DE TODOS OS GRUPOS TESTADOS NA PESQUISA, QUANTO AO VALOR DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO E DO PADRÃO DE FRATURA POR FILETE.

OPC 1	MPa	Padrão de fratura
1	20,63	6
2	24,33	6
3	33,93	6
4	37,05	6
5	26,82	8
6	22,44	6
7	16,44	6
8	14,46	8
9	17,23	6
10	22,95	6
11	14,33	6
12	12,64	7
13	16,03	9
14	14,42	6
15	12,39	6

OPC 2	MPa	Padrão de fratura
1	14,75	5
2	18,13	8
3	24,19	6
4	26,34	6
5	31,81	6
6	24,5	6
7	21,35	6
8	15,92	9
9	15,96	7
10	24,76	5
11	36,37	6
12	21,27	6
13	18,93	6
14	34,11	6
15	32,58	6

OPC 3	MPa	Padrão de fratura
1	17,5	8
2	14,28	6
3	16,15	8
4	12,07	5
5	12,91	8
6	25,09	5
7	23,75	5
8	7,06	8
9	18,68	8
10	20,18	8
11	15	8
12	8,47	8
13	10	8
14	15,09	8
15	20,22	6

OPP 1	MPa	Padrão de fratura
1	21,2	6
2	18,62	6
3	23,27	6
4	18,67	6
5	13,07	6
6	12,07	6
7	10,37	6
8	16,79	6
9	15,28	6
10	13,51	6
11	15,55	6
12	13,75	6
13	11,34	6
14	10	6
15	14,64	6

OPP 2	MPa	Padrão de fratura
1	11,52	6
2	19,44	6
3	16,25	8
4	15,18	6
5	12,22	6
6	17,41	6
7	23,75	6
8	12,67	6
9	14,82	6
10	11,2	6
11	17,08	6
12	14,8	6
13	7,79	6
14	20	6
15	15,92	6

OPP 3	MPa	Padrão de fratura
1	9,45	6
2	12,1	6
3	7,29	6
4	23,46	9
5	19,62	6
6	16,31	8
7	12,03	6
8	20,98	6
9	19,37	6
10	8,5	6
11	6,6	6
12	6	6
13	10,43	6
14	8,7	6
15	16,27	6

OPS 1	MPa	Padrão de fratura
1	17,25	8
2	13,57	6
3	15,16	8
4	18,13	6
5	14,11	6
6	13,77	8
7	14,19	6
8	16,6	5
9	14,21	8
10	15,47	8
11	20,18	6
12	14,91	5
13	18,92	6
14	17,06	6
15	14,21	8

OPS 2	MPa	Padrão de fratura
1	19,48	8
2	22,89	8
3	21,93	8
4	20,65	8
5	16,8	8
6	17,85	6
7	30,87	6
8	21,76	8
9	15,63	8
10	15,17	6
11	16,51	8
12	18,04	8
13	11,84	6
14	13,84	8
15	17,84	8

OPS 3	MPa	Padrão de fratura
1	12,4	6
2	21,37	8
3	15,86	6
4	9,45	6
5	19,12	8
6	11,86	8
7	10,87	6
8	7,14	8
9	10,55	8
10	11,11	8
11	16,86	6
12	12,77	8
13	15,74	8
14	15,5	6
15	8,43	6

SBC 1	MPa	Padrão de fratura
1	20	6
2	14,74	8
3	11,19	8
4	30,94	6
5	16,61	8
6	16,22	8
7	23,01	6
8	17,06	8
9	25,68	8
10	22,97	8
11	9,07	8
12	25,09	6
13	11,83	6
14	12,72	8
15	18,18	6

SBC 2	MPa	Padrão de fratura
1	8,3	5
2	8,96	5
3	7,9	5
4	19,83	5
5	32,41	5
6	18,2	5
7	20	5
8	10	5
9	18,8	5
10	18,75	5
11	10,47	8
12	18,09	5
13	21,13	7
14	6,08	7
15	11,27	5

SBC 3	MPa	Padrão de fratura
1	10,8	8
2	8,39	6
3	14,36	9
4	12,54	6
5	18,51	9
6	22,76	8
7	13,13	5
8	14,37	9
9	28,88	8
10	10,83	5
11	13,57	8
12	11,42	8
13	17	5
14	10,92	9
15	23,52	8

SBP 1	MPa	Padrão de fratura
1	27,45	6
2	14,68	6
3	8,07	6
4	22	6
5	14,62	8
6	7,79	6
7	15,88	6
8	9,28	8
9	14,66	6
10	6,83	8
11	9,79	8
12	7,64	8
13	18,18	8
14	6,66	8
15	8,83	8

SBP 2	MPa	Padrão de fratura
1	13,5	8
2	18,54	8
3	11,13	8
4	26,86	8
5	6,82	2
6	7,93	6
7	20,39	8
8	9	6
9	10,61	7
10	19,15	6
11	7,36	8
12	20	8
13	21,42	6
14	22,67	6
15	19,83	6

SBP 3	MPa	Padrão de fratura
1	12,74	6
2	26,88	8
3	12,5	8
4	18,47	8
5	10,5	9
6	6,45	6
7	9,46	8
8	15,59	6
9	6,54	8
10	9,16	8
11	4,79	8
12	10,95	6
13	16,49	8
14	6,37	4
15	9,34	4

SBS 1	MPa	Padrão de fratura
1	6,66	6
2	18,7	8
3	13,83	8
4	13,01	6
5	11,45	8
6	10	8
7	5,91	9
8	5,76	8
9	18,77	8
10	19,59	8
11	8,26	8
12	11,63	8
13	16,25	8
14	7,01	8
15	12,24	8

SBS 2	MPa	Padrão de fratura
1	12,64	9
2	17,14	9
3	16,27	8
4	13,57	5
5	6,41	5
6	17,77	5
7	10,4	5
8	12,04	8
9	19,31	8
10	7,81	5
11	14,59	8
12	13,26	5
13	8,88	8
14	10,6	8
15	8,57	8

SBS 3	MPa	Padrão de fratura
1	8,67	8
2	4,89	9
3	6,55	5
4	6,03	5
5	4,44	5
6	16,6	5
7	13,87	5
8	16,6	8
9	11,76	5
10	10,21	8
11	20,54	5
12	4,7	5
13	13,84	5
14	7,69	5
15	4,51	5

CFC 1	MPa	Padrão de fratura
1	10	5
2	14,82	5
3	22,03	5
4	10,49	5
5	13,38	7
6	16,81	8
7	13,39	5
8	29,24	8
9	10,67	7
10	13,59	5
11	26,04	8
12	14,68	7
13	13,88	5
14	20,23	7
15	19,78	8

CFC 2	MPa	Padrão de fratura
1	12,65	5
2	8,29	7
3	13,75	7
4	7,5	7
5	14,21	7
6	12,9	5
7	13,66	5
8	12,37	8
9	8,03	7
10	10,21	5
11	12,06	5
12	13,06	9
13	14,83	8
14	7,11	7
15	16,12	2

CFC 3	MPa	Padrão de fratura
1	12,32	9
2	24,9	5
3	15	5
4	10,98	8
5	10,32	5
6	10,52	5
7	9,85	5
8	20,92	8
9	11,59	9
10	23,13	9
11	20,56	8
12	34,66	5
13	10,34	8
14	13,89	5
15	18,36	8

CFP 1	MPa	Padrão de fratura
1	10,22	6
2	20,72	6
3	18,59	8
4	12,67	6
5	21,45	6
6	22,6	8
7	24,23	8
8	13,46	6
9	12,13	8
10	10,8	5
11	10	8
12	14,48	8
13	27,45	8
14	16,59	6
15	12,55	6

CFP 2	MPa	Padrão de fratura
1	17,62	8
2	15,41	6
3	16,13	9
4	11,45	8
5	10,51	6
6	15,82	8
7	12,38	6
8	8,51	6
9	10	8
10	8,72	8
11	26,11	8
12	32,37	8
13	9,01	6
14	15,86	6
15	11,66	6

CFP 3	MPa	Padrão de fratura
1	16,18	6
2	15,09	8
3	13,85	5
4	15,47	6
5	31,42	8
6	12,76	6
7	13,92	5
8	13,33	8
9	5,47	8
10	23,16	8
11	3,09	8
12	16,22	8
13	19,83	8
14	9,28	8
15	13,72	8

CFS 1	MPa	Padrão de fratura
1	11,92	5
2	10,72	8
3	11,25	5
4	15,41	5
5	10	8
6	12,83	5
7	14,23	5
8	8,92	5
9	10,98	5
10	12,54	5
11	20	5
12	9,77	8
13	12	5
14	13,33	8
15	16,5	8

CFS 2	MPa	Padrão de fratura
1	13,58	8
2	13,28	5
3	25,86	5
4	26,72	5
5	13,92	5
6	16,33	5
7	14,55	5
8	13,09	5
9	10,55	5
10	12,72	8
11	12,14	5
12	17,16	5
13	21,18	5
14	12,41	5
15	13,46	7

CFS 3	MPa	Padrão de fratura
1	4,53	6
2	24,33	8
3	8,72	6
4	7,96	6
5	19,1	8
6	19,54	6
7	20,33	8
8	10	6
9	9,59	6
10	17,95	6
11	10,94	6
12	8,26	8
13	8,21	8
14	13,19	8
15	17,72	6

