

LUZIA SAKAGUTI UMETSUBO

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA DE QUATRO CIMENTOS
RESINOSOS DUAIS FOTOPOLIMERIZADOS ATRAVÉS DA
INTERPOSIÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS: estudo *in
vitro*.**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

LUZIA SAKAGUTI UMETSUBO

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA DE QUATRO CIMENTOS
RESINOSOS DUAIS FOTOPOLIMERIZADOS ATRAVÉS DA
INTERPOSIÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS: estudo *in*
vitro.**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora, pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA RESTAURADORA, Especialidade em Dentística.

Orientador: Prof. Adj. Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves

São José dos Campos
2007

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:

Bellini AB. Manual para elaboração de monografias: estrutura do trabalho científico. São José dos Campos: FOSJC/UNESP; 2006.

Umetsubo, Luzia Sakaguti.

Avaliação da microdureza de quatro cimentos resinosos duais, fotopolimerizados através da interposição de diferentes materiais : estudo *in vitro* / Luzia Sakaguti Umetsubo; orientador Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves._ São José dos Campos, 2007. 164p.; IL.

Tese (Programa de Pós-Graduação em Odontologia, área de Concentração em Odontologia Restauradora)-Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007.

1. Cimentos dentários – 2. Dureza – 3. Cimentação.

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos campos, 16/07/2007.

Assinatura:

E-mail: umetsubo@uol.com.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Umetsubo LS. Avaliação da microdureza de quatro cimentos resinosos duais, fotopolimerizados através da interposição de diferentes materiais: estudo *in vitro*. [Tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP; 2007.

São José dos Campos, 16 de julho de 2007.

Banca examinadora

1)Prof. Adj. Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves

Titulação: Livre Docente

Julgamento: _____Assinatura

2)Prof. Dr. Ricardo Amore

Titulação: Doutor

Julgamento: _____Assinatura

3)Profª. Dra. Andréa Anido Anido

Titulação: Doutora

Julgamento: _____Assinatura .

4)Prof. Dr. Eduardo Shigueyuki Uemura

Titulação: Doutor

Julgamento: _____Assinatura

5)Profª. Dra. Alessandra Bühler Borges

Titulação: Doutora

Julgamento: _____Assinatura

DEDICATÓRIA

Ao meu esposo Akira,

Pelo companheirismo, paciência e compreensão. Muito obrigada pelo seu amor, apoio e ajuda constante. Sem isso este trabalho não seria realizado.

Aos meus filhos Otavio e César, que são o meu estímulo e minha recompensa.

Vocês representam para mim, a completa felicidade.

Obrigada por existirem.

Aos meus pais Jinzo Sakaguti e Tsutae Sakaguti,

Seus exemplos de perseverança, honestidade e dedicação foram fundamentais na minha formação e serão guardados na minha mente e no meu coração por toda a minha vida. Muito Obrigada.

Aos meus irmãos: Noboru, Itaru, Massaru, Issamu, Yutaka, Takeshi, Fussako, Yasushi, Satoshi e cunhadas que com carinho, exemplos e trabalho participaram de meu crescimento e minha formação, a minha eterna gratidão.

Aos meus sobrinhos que me trouxeram tantas alegrias,

Muito obrigada.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Adj. Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves
exemplo de seriedade, dedicação e amor ao ensino da Odontologia.

Pela amizade construída, sua orientação, respeito e
carinho.

Muito obrigada.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, pela excelência do Curso de Graduação, por tudo que foi oferecido para o meu crescimento pessoal e profissional e pela oportunidade de estudar no Curso de Pós Graduação.

Muito Obrigada.

Aos professores da disciplina Prótese Parcial
Removível:

Dr. Marcos Yasunori Maekawa, Dr. Carlos Augusto Pavanelli, Dr. Eduardo Shigueyuki Uemura e Dr. Lafayette Nogueira Junior, pelo constante estímulo, apoio, convívio, amizade e por motivar e permitir o crescimento dos que os têm como exemplos.

Muito obrigada.

Ao Prof. Adj. Clóvis Pagani e à Prof^a Adj. Márcia Carneiro Valera, pelos ensinamentos transmitidos, sua dedicação e carinho.

À Prof^a Tit. Maria Amélia Máximo de Araújo, por ter possibilitado a minha realização. Pelos seus exemplos, sua amizade e carinho.

Muito Obrigada.

À Prof^a Dr^a Regina Célia Santos Pinto Silva, minha orientadora do curso de mestrado e minha amiga, pelos seus ensinamentos e dedicação.

À Prof^a Dr^a Rebeca Di Nicoló pela sua atenção e amizade cultivada.

Aos Professores do Departamento de Odontologia Restauradora Dr. José Roberto Rodrigues, Dr. João Candido de Carvalho, Dr^a Maria Filomena R L Huhtala, Dr. César R Pucci, Dr^a Alessandra Bülher Borges, Dr. Carlos Rocha Gomes Torres, Dr^a Karen Cristina Yui, pela amizade e contribuição na minha formação.

Ao CD Otávio Shoiti Umetsubo, pelo auxílio incansável durante a fase laboratorial.

Ao César Hidemitsu Umetsubo, pelo auxílio na interpretação da análise estatística.

Ao Akira Umetsubo, pelo trabalho com as imagens deste trabalho.

Aos meus sogros Sr Teruo Umetsubo e Sra Suzui Umetsubo, pelo convívio e colaboração.

Aos meus amigos especiais Julio Tadashi Murakami, Luciana Keiko Shintome e Marcos Paulo Nagayassu, pelo companheirismo, nossa união e amizade.

Aos colegas André Luiz Cervantes Jorge, Ângela Bolanho, Gustavo de Luca Alves pelo convívio e pelas experiências compartilhadas.

Aos amigos e colegas de trabalho, Andréa, Nilza, Cristina, João Maurício e Ary, pela amizade, colaboração e companheirismo.

Ao TPD Edson Miyahira e seu laboratório comercial, pela gentileza na confecção das barreiras utilizadas.

À bibliotecária Ângela de Brito Bellini, pelas orientações, revisão bibliográfica e normalização deste trabalho.

Ao Prof. Ivan Balducci, pela realização das análises estatísticas deste trabalho.

Às secretárias do Departamento de Odontologia Restauradora, Josiane, Michele, Nair e Rosangela por estarem sempre dispostas a ajudar.

Às secretárias do Programa de Pós Graduação, Herena,
Rose, Cidinha e Lilian pela colaboração durante o curso.

Muito Obrigada.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	16
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	18
LISTA DE QUADROS.....	19
LISTA DE TABELAS	20
RESUMO	21
1 INTRODUÇÃO.....	22
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	27
2.1 Estudos que aplicaram testes de microdureza	27
2.2 Estudos que aplicaram outros métodos e estudos relacionados	59
3 PROPOSIÇÃO	87
4 MATERIAL E MÉTODO.....	88
4.1 Delineamento experimental.....	88
4.2 Matriz.....	94
4.3 Obtenção dos corpos-de-prova.....	96
4.4 Teste de Microdureza	99
4.5 Análise estatística	102
4.6 Delineamento estatístico.....	102
4.7 Análise de dados.....	103
5 RESULTADOS	105
5.1 Análise estatística	105
5.2 Análise de Variância e Teste de Tukey (imediata).....	119
5.3 Análise de Variância e Teste de Tukey (24h)	121
5.4 Análise de Variância e Teste de Tukey (7 dias).....	123

6	DISCUSSÃO	125
6.1	Do material e método	125
6.2	Dos resultados:	131
7	CONCLUSÃO	146
8	REFERÊNCIAS	147
	APÊNDICES	156
	<i>ABSTRACT</i>	164

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Esquema do delineamento experimental (G1, G2, G3) 89
- Figura 2 - Esquema do delineamento experimental (G4, G5, G6) 90
- Figura 3 - Barreiras para interposição, seqüência da esquerda para a direita: Resina composta, Cesead; Inceram alumina/AllCeram; IPS Empress; Inceram zirconia/AllCeram; fragmento dental. 93
- Figura 4 - Composição da matriz: a) bloco de resina acrílica; b) matriz de teflon; c) trilho metálico; d) teflon sobre o bloco de resina acrílica; e) montagem da matriz; f) matriz pronta para a inserção do cimento. 95
- Figura 5 - Obtenção dos corpos-de-prova: a) inserção do cimento na matriz; b) dispositivos para delimitação da área a ser fotopolimerizada; c) sobreposição da barreira; d) fotopolimerização do corpo-de-prova; e) matriz com corpos-de-prova; f) corpos-de-prova em bloco de acrílico. 97
- Figura 6 - Microdurômetro (Microhardness Tester FM 700) 99
- Figura 7 - Representação gráfica de um endentador Vickers 101
- Figura 8 - Gráfico da microdureza (HV) dos cimentos com barreiras - Avaliação imediata - 1ª leitura 107

- Figura 9 - Gráfico da microdureza (HV) dos cimentos com barreiras – Após 24h - 2ª leitura. 109
- Figura 10 - Gráfico da microdureza (HV) dos cimentos com barreiras – Avaliação após 7 dias - 3ª leitura..... 111
- Figura 11 - Gráfico das médias das microdurezas (HV) dos cimentos em função dos tempos de avaliação (imediate, 24h e 7 dias) para barreira utilizada (Sem Barreira, Frag. Dental, Cesead e Empress)..... 115
- Figura 12 - Gráfico das médias das microdurezas (HV) dos cimentos em função de cada barreira utilizada nos tempos de avaliação imediata, 24h e 7 dias..... 117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
Bis-GMA	Bisfenol glicidil dimetacrilato
UDMA	Uretano dimetacrilato
TEGDMA	Trietil glicidil dimetacrilato
cm	Centímetros
cm ²	Centímetro quadrado
mm	Milímetro
µm	Micrometro.
°C	Grau Celsius
Kgf	Quilograma força
g	Gramma
gf	Gramma força
RC	Resina composta
pH	Potencial hidrogeniônico
N	Newton
MPa	Mega Pascal
mW/cm ²	Miliwatt por centímetro quadrado
HV	Vickers Hardness
KHN	Knoop Hardness Number
ISO	International Organization for Standardization.
LED	Light emitting diode

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Materiais utilizados.....	91
Quadro 2 - Combinação cimento / barreira utilizada.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias de microdureza (HV) dos Cimentos obtidos na avaliação imediata - 1ª leitura	106
Tabela 2 - Valores médios de microdureza (HV) dos cimentos obtidos na avaliação após 24h - 2ª leitura.	109
Tabela 3 - Valores médios de microdureza (HV) dos cimentos obtidos na avaliação após 7 dias - 3ª leitura	111
Tabela 4 - Resultados ANOVA (medidas repetidas) para os três fatores em estudo	114
Tabela 5 - ANOVA para avaliação imediata	119
Tabela 6 - Teste de comparação múltipla de Tukey para avaliação imediata.....	119
Tabela 7 - ANOVA para avaliação após 24 horas.....	121
Tabela 8 - Comparação múltipla de Tukey para avaliação após 24 horas.....	121
Tabela 9 - ANOVA para avaliação após 7 dias	123
Tabela 10 - Comparação múltipla de Tukey para avaliação após 7 dias	123

Umetsubo LS. Avaliação da microdureza de quatro cimentos resinosos duais, fotopolimerizados através da interposição de diferentes materiais : estudo *in vitro*. [Tese]. Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007.

RESUMO

Este estudo avaliou por testes de microdureza o grau de polimerização de quatro cimentos resinosos duais: Bistite II, Enforce, RelyX ARC e Variolink II, fotopolimerizados através da interposição de barreiras confeccionadas com materiais utilizados em retaurações estéticas indiretas. Foram confeccionados 72 espécimes para cada marca de cimento, divididos em 6 grupos, segundo o tipo de barreira utilizada na interposição, durante a sua fotopolimerização: G1: sem barreira; G2: Resina composta Cesead; G3: Inceram alumina/Allceram; G4: IPS Empress; G5: Inceram zirconia/Allceram; G6: fragmento dental. A fotopolimerização foi realizada com luz halógena Optilux 401 (Demetron) com 650 mW/cm^2 de potência e os ensaios foram realizados em três períodos: imediata, 24h e 7dias, em um Microhardness Tester FM 700, sob cargas de 50gf durante 15s, cujos valores de microdureza foram obtidos em HV. As médias dos valores em HV foram submetidos à ANOVA e teste de Tukey. As condições de G3 e G5 resultaram em polimerização deficiente do cimento, que não permitiram a realização dos ensaios. O cimento Bistite teve a maior dureza no grupo controle e o menor com a interposição de resina composta. O RelyX ARC teve os valores de microdureza mais estáveis nas condições analisadas em todos os períodos de avaliação. O Enforce e o Variolink foram intermediários e semelhantes entre si. A interposição de materiais durante a fotopolimerização de cimentos resinosos duais, interfere na microdureza dos mesmos. Quando da utilização de alumina ou zirconia, outro modo de polimerização ou tipo de cimento deve ser utilizado.

PALAVRAS CHAVE: cimentos dentários, dureza, cimentação.

1 INTRODUÇÃO

As restaurações estéticas indiretas têm sido defendidas por solucionar algumas deficiências relacionadas com as restaurações diretas de resina composta, tais como: como o excessivo desgaste do material, deficiência de contatos proximais, contração de polimerização, microinfiltração e sensibilidade pós-operatória.

Com o desenvolvimento das técnicas adesivas para as restaurações estéticas indiretas, foram introduzidos no mercado os cimentos resinosos. Esses cimentos, em associação com os materiais restauradores estéticos indiretos, como a resina e a porcelana com diferentes opacidades e cores, objetivam reproduzir melhor a translucidez e a cor do dente, além de mascarar a presença de pinos metálicos e/ou escurecimento dental, proporcionando um resultado estético mais favorável.

Os agentes cimentantes resinosos podem ser classificados quanto ao modo de polimerização em: autopolimerizáveis ou quimicamente ativados; fotopolimerizáveis ou fotoativados e de polimerização dual. Os quimicamente ativados têm um tempo de trabalho reduzido, mas sua polimerização não sofre influência da espessura da restauração indireta. Os fotoativados têm as características de trabalho ideais, mas requerem adequada quantidade

de energia de luz para polimerizar². A emissão de luz de baixa intensidade pela fonte polimerizadora, ou a emissão de luz com comprimento de ondas fora do espectro do fotoiniciador presente no cimento, resulta na polimerização inadequada do cimento resinoso ou da resina composta²⁶. Os cimentos resinosos duais foram desenvolvidos com o intuito de combinar as propriedades desejáveis da polimerização química com a fotopolimerização, para assegurar suficiente tempo de trabalho e uma adequada polimerização ou grau de conversão na camada mais profunda do cimento^{9 18 22}.

Os cimentos resinosos geralmente são materiais híbridos, compostos por uma fase orgânica à base de monômeros como BIS-GMA (bisfenol glicidil dimetacrilato), UEDMA (uretano dimetacrilato) e TEGDMA (triethyl glicidil dimetacrilato) e uma fase inorgânica, composta por partículas unidas à matriz resinosa por meio de grupos silanos e substâncias fotossensíveis iniciadoras de polimerização (canforoquinona). Nos cimentos resinosos duais está presente também o componente da ativação química (peróxido de amina), responsável por oferecer melhores características de polimerização e de trabalho⁹.

Idealmente, o material restaurador ou o cimento resinoso deveria ter completa conversão de seus monômeros em polímeros durante a reação de polimerização. Entretanto, todos os monômeros de dimetacrilato apresentam considerável quantidade de

monômero residual no produto final, com grau de conversão de 55% a 75% sob condição de irradiação convencional²⁴.

A inadequada polimerização do cimento resinoso compromete as propriedades físicas do material, interferindo na resistência, dureza, absorção de água e estabilidade de cor. Além disso, para que um cimento tenha boas propriedades mecânicas e capacidade de adesão, é necessário um alto grau de polimerização²⁴. Os monômeros residuais, por sua vez, possuem alta citotoxicidade e podem desenvolver reações biológicas adversas nos tecidos, principalmente na polpa, além de aumentar o potencial de infiltração marginal e desenvolvimento de cárie secundária, como consequência do endurecimento insuficiente do cimento e falha na adesão ao dente²¹

^{21 e 22}

Estudos têm demonstrado que fatores como a cor e espessura da restauração ou estrutura dental, tipo de material empregado na confecção da restauração pelas quais a luz do polimerizador atravessa e o tempo de exposição à luz, influenciam na quantidade de luz que alcança a camada de cimento resinoso, o que pode interferir no grau de conversão e conseqüentemente nas propriedades mecânicas do cimento^{2 e 13}. Na diminuição ou ausência de exposição à luz, ocorre uma redução no grau de polimerização do cimento resinoso dual, que não alcança o endurecimento suficiente unicamente pela polimerização química¹⁹.

O grau de polimerização dos materiais resinosos tem sido estudado por meio de diferentes técnicas. O microscópio óptico pode ser utilizado para detectar mudança na translucência na resina composta polimerizada, como meio de avaliação da profundidade de polimerização. Outro método utilizado é a avaliação por meio de testes de microdureza realizados em profundidades específicas¹⁵. Um outro método indireto avalia a fragmentação da resina não polimerizada, da porção polimerizada, o que possibilita a mensuração da profundidade de polimerização. A espectroscopia é um método de avaliação direta que determina o grau de conversão de ligações duplas para ligações simples de carbono cujo valor é expresso em porcentagem^{15 45}. Muitos autores utilizam o teste de dureza Knoop, para avaliar o grau de polimerização de materiais resinosos^{2 6 8 9 11 35 37 58 e 65}.

Ao observar a demanda da estética, especialmente de restaurações indiretas surgem muitos questionamentos. A luz que atravessa as diferentes barreiras, atinge o cimento com a mesma intensidade? Será esta intensidade suficiente para induzir o cimento a um alto grau de conversão? Os diferentes cimentos requerem intensidades de luz semelhantes para oferecerem o grau satisfatório de conversão? Os materiais hoje disponíveis para a confecção de restaurações indiretas podem ser utilizados com qualquer cimento ou os cimentos resinosos são mais efetivos para qualquer material para confecção de restaurações indiretas?

As respostas a esses questionamentos aliadas à importância da efetividade da cimentação para a longevidade do tratamento restaurador e manutenção dos dentes remanescentes e a diversidade de recursos técnicos associada à vasta quantidade de materiais existentes, motivaram-nos a pesquisar alguns dos cimentos resinosos duais disponíveis no mercado, fotopolimerizados através de materiais utilizados na confecção de restaurações estéticas indiretas e do próprio dente. Para tanto, elegemos o teste de microdureza para avaliar o grau de polimerização dos cimentos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para facilitar a leitura e compreensão, este capítulo foi dividido em duas partes, que agruparam os estudos segundo os métodos aplicados:

- Estudos que aplicaram testes de microdureza na avaliação dos cimentos resinosos;
- Estudos que aplicaram outros métodos na avaliação de cimentos resinosos e estudos relacionados.

2.1 Estudos que aplicaram testes de microdureza

Em um estudo realizado em 1982, Asmussen³ investigou os fatores que afetam a dureza das resinas. Além disso, mediu e relacionou a resistência à compressão de resinas compostas com o sistema catalizador dos polímeros. Foi verificado que para uma dada composição de monômero, o número de dureza Wallace aumentou com o aumento do conteúdo de peróxido, mas não foi afetado pela alteração no conteúdo de amina. A dureza foi relacionada com a quantidade de ligações duplas remanescentes no polímero. Os

polímeros à base de Bis-GMA não mostraram nenhuma variação na dureza quando o monômero original variou quanto à diluição em bifuncional ou trifuncional. Os polímeros fotopolimerizados foram relativamente duros se comparados aos polimerizados quimicamente num tempo de polimerização adequado. A resistência à compressão foi relacionada com a quantidade de ligações duplas de carbono remanescentes na composição do polímero.

Chan e Boyer¹³, 1985, realizaram um estudo para determinar a capacidade da luz de penetrar através da espessura da dentina e polimerizar a resina composta foto ativada. Foram utilizados vinte molares íntegros, extraídos, seccionados em fatias de 1, 1,5, 2 e 2,5mm de espessura. Foram obtidos cinco discos de cada espessura. Uma resina composta foto ativada, SILUX U (3M), foi utilizada. A resina foi inserida em um molde de Plexiglass (Rohm & Hass) e polimerizada através de um disco de dentina, utilizando-se fonte de luz visível (Command Sybron / Kerr Corp.) com tempos de exposição de 20, 40, 60 e 120s. Dez espécimes foram confeccionados utilizando-se cada espessura de dentina e cada tempo de exposição. Os discos de dentina foram utilizados de maneira rotacional, sendo que os cinco discos de cada espessura foram utilizados em cada grupo de teste. A mensuração da dureza das superfícies superior e inferior da resina foram realizadas em um Barcol Hardness Tester (Barer-Colman Co.). Os resultados apresentaram diferença significativa na dureza para cada fator: espessura, tempo de exposição e localização da superfície avaliada. Verificou-se que a dureza foi inversamente proporcional à

espessura de dentina e diretamente proporcional ao tempo de exposição. A superfície superior da resina apresentou maior dureza que a inferior.

Blackman et al.⁶, 1990, realizaram um estudo para determinar a influência da espessura da cerâmica na polimerização de dois tipos de cimentos resinosos. Para esse estudo, foram confeccionados espécimes de cerâmica na cor A3, e espessuras de 0,5, 1, 2, 3, e 4mm com cerâmica Feldspática VMK68 (Vita) e cerâmica de vidro fundida, DICOR (Dentsply). Foram utilizados dois tipos de cimento resinoso: um fotopolimerizável, Porcelite (Kerr) e um de polimerização dual, a DICOR (Dentsply). As amostras de cimento resinoso de 0,5mm de espessura por 6 mm de diâmetro foram fotopolimerizadas em um molde através da interposição das porcelanas. O tempo de exposição variou de 30s a 120s, com intervalos de 30s. O grau de polimerização foi determinado pelos valores de microdureza Knoop. Quando da interposição de uma cerâmica de espessura fina, de até 2mm, os cimentos polimerizaram com o tempo de exposição recomendado. Com cerâmicas espessas, os dois tipos de cimento polimerizaram melhor sob a cerâmica de vidro, mas nenhum alcançou a máxima polimerização através de cerâmica.

Warren⁶⁹, 1990, realizou um estudo para medir a polimerização de amostras de resina composta, Heliosit (Vivadent), fotoativadas por 40s e 60s através de discos de porcelana, Vitadur N (Vita) na cor A2, cujas espessuras eram de 1, 2, e 3mm. Após a

fotoativação, cada espécime foi submetido ao teste em microdurômetro Vickers para comparar o grau de polimerização. A resina composta polimerizada sem a interposição de porcelana foi utilizada para estabelecer o grupo controle. Os resultados mostraram que o aumento da espessura do disco de porcelana resultou em uma diminuição na microdureza da resina composta. O aumento do tempo de exposição de 40s para 60s, produziu significativa elevação nos valores de microdureza. O aumento da microdureza foi mais evidente quando se utilizaram discos de porcelana de 1 a 2mm de espessura e quando não foi utilizada interposição de disco de porcelana.

Em 1991, Antoniadi et al.¹ avaliaram por meio de ensaios, o efeito do tempo decorrido após a polimerização e da absorção de água na microdureza superficial de resinas compostas. Além disso, determinaram a microdureza após a remoção de uma camada de 250µm de resina. Oito marcas comerciais de resina composta foram avaliadas. Dentre essas resinas, quatro eram fotoativadas: Heliosit (Vivadent), Silux (3M Co), Heliomolar (Vivadent) e P-30 (3M Co), as demais eram quimicamente ativadas: Isopast (Vivadent), Silar (3M Co), Isomolar (Vivadent) e P10 (3M Co). Foram preparados dez espécimes para cada resina composta. Um grupo de 40 espécimes, sendo cinco para cada resina, foi mantido seco a 37°C antes de ser testado. O grupo restante de 40 espécimes foi submerso em água destilada a 37°C antes de ser testado. Os testes de dureza superficial dos espécimes foram realizados após 10min, 24h, duas semanas, quatro semanas, três meses e 12 meses em um

microdurômetro Kentron. Após a realização de todas as medições, os espécimes de 12 meses foram submetidos a um desgaste para a remoção de uma camada superficial de 250 μ m e novamente avaliados. Os valores de microdureza foram analisados por ANOVA e teste de Scheffé para comparação múltipla entre as médias em um nível de significância de $p=0,05$. Verificou-se nesse estudo, que a dureza aumentou para todas os espécimes, independentemente da forma de armazenamento, até quatro semanas. Os espécimes apresentaram o maior valor na avaliação de quatro semanas, seguido de estabilização e diminuição dos valores. Esses resultados mostraram a polimerização contínua da resina composta, após o endurecimento inicial tanto para os de polimerização química quanto para os de polimerização foto ativada. As superfícies dos espécimes mantidos em água apresentaram menor dureza ao serem comparadas com as dos que foram mantidos secos. Todas as resinas apresentaram dureza substancialmente maior após desgaste superficial.

Breeding et al.⁹, 1991, realizaram um estudo no qual examinaram variáveis relacionadas com o uso de restaurações indiretas de resina composta. Esse estudo determinou o efeito de diferentes tempos de exposição na polimerização de três resinas compostas utilizadas como cimento: Heliosit (Vivadent), Visio-Fil (Espe-premier Sales Corp) e Dual (Vivadent) fotoativados através de espessuras de 1, 2 e 3mm e diferentes cores (A1 e A4) de resinas compostas pré-processadas: Isosit (Ivoclar) e Visio Genn (Espe-Premier Sales Corp). A dureza Knoop da superfície do cimento

resinoso foi medida após a polimerização e em algumas amostras foram repetidas após 24h para avaliar a continuidade da polimerização. Os resultados mostraram que não se pode prever o alcance da polimerização dos cimentos resinosos através da restauração com espessura superior a 2mm, com tempo de exposição à luz de 90s ou menos. A combinação de polimerização química e fotoativação do cimento dual resultaram em maior dureza.

Linden et al.³⁵, em 1991, pesquisaram os efeitos da opacidade da porcelana, do catalisador químico e do tempo de exposição à luz, na polimerização de cimento resinoso foto ativado. O cimento resinoso foi inserido em molde de Plexiglass, de 5mm de diâmetro e 0,75mm de altura e polimerizado através do disco de porcelana. Para esse estudo, foram confeccionados discos de porcelana de 0,70mm de espessura com três diferentes opacidades: Ceramco II C, uma porcelana opaca, mistura de 75% de Ceramco II C com 25% de Ceramco Translúcido, e 50% de Ceramco II C e 50% Ceramco Translúcido. Os tempos de exposição à luz foram de 30, 60, 90 e 120s. Os cimentos resinosos avaliados foram: o Porcelite (Kerr), uma resina híbrida foto ativada; o Porcelite com catalisador (Dual); o Heliolink (Vivadent) que é uma resina de micro partículas fotoativada e Heliolink com catalisador (Dual). As combinações de opacidade da porcelana, tipo de resina e tempo de exposição, determinaram 48 grupos experimentais com três espécimes cada. Os valores de micro dureza superficial de cada espécime foram obtidos 30min e 24h após a exposição. O teste de microdureza (KHN) foi aplicado para comparar

o grau de polimerização de cada material em diferentes tempos de exposição. A opacidade da porcelana não interferiu na dureza do cimento. Entretanto, os resultados mostraram que o catalizador químico e o tempo de exposição prolongado podem ser essenciais no endurecimento do cimento.

Em estudo realizado por Cardash et al.¹¹, em 1993, um cimento resinoso fotopolimerizável, Mirage (Chamaleon Dental Products) e um cimento dual, Mirage (Chamaleon Dental Products) foram polimerizados sob discos de porcelana de diferentes cores para examinar o efeito da cor da porcelana na dureza superficial do cimento. Os discos de porcelana de 10mm de diâmetro e 2mm de espessura, foram confeccionados com porcelana Vita (Vita Co.) nas cores A1, A4, B1, B4, C1, C4, D2 e D4 correspondentes à escala Vita Lumin. As medidas de microdureza knoop foram realizadas com tempo de exposição de 48, 72 e 120s. Os valores mais altos de microdureza foram obtidos com cimento resinoso dual. A resina fotopolimerizada através de discos de porcelana de diferentes cores necessitou maior tempo de exposição à luz para atingir o grau de dureza alcançado pelo cimento resinoso dual. Os autores concluíram que em relação à microdureza, o cimento resinoso dual é superior e indicado para cimentação de porcelanas com espessura igual ou superior a 2mm.

Em 1994, Uctasli et al.⁶⁴ avaliaram a influência da espessura e da opacidade da porcelana na polimerização destes

cimentos resinosos sendo dois duais: um de micropartículas, o Cimento Dual Radiopaco (Vivadent), outro híbrido, Porcelite Dual Cem (Kerr) e um último foto ativado híbrido, Porcelite Light Cure (Kerr). Foram realizados testes de microdureza, cujos valores foram determinados nas superfícies superiores e inferiores das amostras de cimento resinoso de 1mm de espessura. As amostras foram polimerizadas utilizando-se irradiação por 40s, através de discos de porcelana de 0,5, 1 e 2mm de espessura e de opacidade esmalte, dentina e uma mistura de 50% esmalte e 50% dentina. Os resultados mostraram que o aumento de espessura e opacidade da porcelana causou uma diminuição estatisticamente significativa na microdureza do cimento resinoso. O efeito da atenuação foi menor no cimento de micropartículas do que no híbrido. O cimento fotopolimerizado apresentou melhor desempenho que o de ativação dual.

Darr e Jacobsen¹⁴, 1995, avaliaram a eficiência e o grau de conversão de agentes cimentantes poliméricos quando polimerizados sob duas condições: com fonte de luz visível e com ausência de luz, na dependência exclusivamente da reação química. Os cimentos utilizados foram Porcelite (Kerr), Duo (Coltene), Dual (Ivoclar-Vivadent), Universal Zement (Ivoclar-Vivadent), Kulzer (Heraeus-Kulzer) e o teste de dureza foi aplicado para avaliação da conversão dos monômeros. Foi verificado um rápido aumento da dureza imediatamente após a polimerização com luz seguido de aumento constante da dureza nas 24h que se seguiram. As amostras polimerizadas apenas quimicamente também apresentaram um

aumento constante na dureza nas 24h subseqüentes, mas a dureza foi deficiente no teste inicial até 30min. Os valores de dureza foram utilizados para se obter valores previsíveis de resistência flexural. A polimerização dual foi mais eficiente que a polimerização somente química. Os resultados sugeriram que a formulação dos materiais de polimerização dual representa um equilíbrio entre o alto nível de conversão em todos os aspectos da restauração e instabilidade da cor devido à degradação da amina. Clinicamente podem ocorrer áreas com polimerização deficiente em locais mais profundos.

El-Bradawy e El-Mowafy¹⁶, 1995, avaliaram o grau de conversão dos cimentos resinosos alcançado pela polimerização química e pela polimerização dual através da interposição de barreira e o efeito da espessura dessas barreiras no grau de conversão dos cimentos. Foram preparados 8 discos de 6mm x 2,5mm de cada um dos 7 cimentos comercialmente disponíveis, sendo que a metade dos espécimes foi polimerizada quimicamente e a outra metade dualmente. As medidas de dureza Knoop foram realizadas e registradas após 1h, 1dia e 1 semana. Paralelamente 24 espécimes com as mesmas medidas foram preparados com cada cimento. Destes, 12 espécimes foram polimerizados dualmente através de barreiras confeccionadas em resina composta variando-se a espessura dos mesmos de 1mm a 6mm. Os demais foram polimerizados utilizando-se barreiras confeccionadas em porcelana com as mesmas medidas das de resina. A análise de variância revelou redução significativa na dureza das amostras polimerizadas quimicamente em relação às polimerizadas dualmente.

Foi encontrada diferença significativa nas amostras polimerizadas dualmente através de espaçadores de resina ou porcelana de 2mm a 3mm de espessura ou mais, comparado à polimerização dual sem barreira. Os autores concluíram que a polimerização unicamente dual não foi suficiente para conseguir o máximo de dureza nos cimentos avaliados. A dureza do cimento foi significativamente menor quando a espessura da barreira foi de 2 a 3mm ou mais.

Milleding et al.³⁸, 1998, avaliaram as alterações na microdureza e na rugosidade superficial de um cimento resinoso dual após armazenamento em água por diferentes períodos de tempo. Sessenta espécimes foram divididos em quatro grupos constituídos de cimento de alta viscosidade e de baixa viscosidade armazenados a seco ou em água por 1 a 60 dias. Os testes de microdureza e de rugosidade superficial foram realizados após 1, 6 e 7 dias de armazenamento. A avaliação da microdureza foi realizada com ponta de diamante Vickers (ERNEST LEITZ) aplicada com uma carga de 300g por 10s. O teste de rugosidade foi realizado em um perfilômetro Top Scan 30 (Heidelberg Instruments). Embora as interações tenham dificultado a interpretação dos resultados, as amostras armazenadas em água apresentaram microdureza significativamente inferior às mantidas secas, em todos os intervalos de tempo. Os espécimes de alta viscosidade apresentaram valores de dureza significativamente superiores comparados aos espécimes de baixa viscosidade. Os espécimes mantidos em água, apresentaram após 60 dias, aumento na microdureza em todos os grupos, exceto nos de baixa viscosidade.

Esse aumento na microdureza foi atribuído ao efeito do processo químico de polimerização. Embora seja difícil a avaliação do ponto de vista clínico, a avaliação por meio de perfilômetro revelou significativo aumento da rugosidade com armazenamento em água em função do tempo, o que foi causado provavelmente pela deterioração da superfície da matriz da resina. Os autores concluíram que altos valores de microdureza parecem ser importantes para a longevidade do agente cimentante interfacial.

Em 1999, El-Mowafy et al.¹⁹ investigaram o grau de dureza conseguido por meio de polimerização apenas química e por polimerização dual de oito marcas de cimentos resinosos. Avaliaram ainda o efeito da espessura do inlay de cerâmica na dureza desses cimentos. Foram confeccionados discos de 6mm de diâmetro e 2,5mm de espessura com oito cimentos: Adherence (Confi-Dental Products), Choice (Bisco Inc), Duolink (Bisco Inc), Enforce (Dentsply/Caulk), Lute-it (Jeneric/Pentron Inc), Nexus (Kerr USA), Resinomer (Bisco Inc), (e Variolink Vivadent). Foram preparados oito espécimes de cada material, sendo que em metade a polimerização foi química e na outra, dual. Os testes de dureza Knoop foram realizados em um Tukon 300 (Acco Industries Inc) após 1h, 1 dia e 1 semana. Paralelamente, foram confeccionados 12 espécimes com cada cimento e com as mesmas medidas, polimerizadas dualmente variando-se a espessura do espaçador de 1 a 6mm. Os testes de microdureza foram realizados com os mesmos intervalos de tempo. Os valores obtidos foram submetidos a ANOVA que demonstrou diferença significativa na

dureza do cimento polimerizado quimicamente em relação ao de polimerização dual ($P < 0,0001$), para todos os cimentos. Foi ainda encontrada diferença significativa na dureza dos espécimes polimerizados dualmente através de inlay de 2 a 3mm ou mais, comparado com os polimerizados sem inlay. Os autores concluíram que, em muitos dos cimentos avaliados, a polimerização unicamente química não conseguiu uma dureza suficiente e que a dureza diminuiu significativamente, quando a espessura do inlay foi de 2 a 3mm ou mais.

McLean e Fasbinder³⁷, 1999, avaliaram a efetividade de quatro marcas de fontes de luz na polimerização de cimento resinoso através de diferentes espessuras de cerâmica. As fontes de luz de alta potência utilizadas foram: a) AccuCure 3000 (Laser Méd) por 10, 20, 30 e 40s; b) Plasma Arc Curing (PAC) Light (Am Dent Tech) por 10, 15 e 20s; c) Kreativ kuring Light (Kreative Inc) por 10, 20, 30 e 40s; d) Apollo 95E (Dent/Méd Diagnostics) por 3, 6 e 9s; e e) Elipar HighLight Unit (Espe) por 40 e 60s, utilizado com uma referência de fonte de luz convencional. Os discos circulares de resina composta Tetric Ceram – Ivoclar foram polimerizados através de barreiras de cerâmica Vitamark de 1, 2, 3, 4 e 5mm de espessura. Foram confeccionados seis discos de resina para cada espessura, fonte de luz e tempo de exposição. A dureza superficial (KHN) foi medida com Tukon Hardness Tester e usada como grau de polimerização. As diferenças na dureza superficial da resina polimerizada em cada fonte de luz e tempo de exposição foram determinadas por Anova e teste

Tukey. A fonte de luz e o respectivo tempo de exposição mais eficientes na polimerização através de cerâmica de 2mm de espessura foram: AccuCure 3000 a 30s; Kreative Kure Light a 20s; PAC Light a 15s, Apollo 95 E a 6s e Elipar HighLight a 40s. Os autores verificaram que todas as fontes de alta potência foram capazes de polimerizar a resina composta através de cerâmica de 2mm de espessura em tempo inferior à que foi necessária pela utilização de fonte de luz convencional.

El-Mowafy e Rubo¹⁸, 2000, avaliaram o efeito da espessura do inlay/onlay na dureza de oito cimentos resinosos duais. Os autores utilizaram anéis de metal e obtiveram 14 discos de 6mm de diâmetro e 2,5mm de espessura confeccionados com cada cimento dual: Adherence (Confi. Dental Products Co), Choice (Bisco Inc.), Enforce (Dentsply/ Caulk), Lute-it (Jeneric/Pentron Inc.), Nexus (Kerr USA), Resinomer (Bisco Inc.) e Variolink (Vivadent). Dois espécimes de cada material foram diretamente fotopolimerizados e os demais foram fotopolimerizados através da interposição de barreiras confeccionadas com resina composta cujas espessuras variaram de 1mm a 6mm. Dois espécimes foram fotopolimerizados através de cada barreira. Essas barreiras foram confeccionadas de resina composta Herculite XRV (Laboratory Inlay Kit, Kerr CO.). Duas barreiras de 1mm foram feitas de resina correspondente a esmalte na cor A2 e quatro barreiras de 1mm foram feitas de resina correspondente a dentina, na cor A2. Para simular condições clínicas, quando foram utilizadas mais que duas barreiras entre a luz do fotopolimerizador e o

cimento resinoso, as duas barreiras colocadas mais superficialmente eram da cor de esmalte. Os espécimes foram mantidos a 37°C e as medidas de microdureza foram realizadas após 1h, um dia e 1 semana. As médias dos valores de microdureza (KHN) e os valores dos desvios padrões foram calculados para cada material e os dados foram analisados estatisticamente. A fotopolimerização através de interposição de barreira de resina composta resultou sempre na diminuição dos valores de dureza Knoop. A análise de variância revelou diferenças significantes nas médias dos valores de dureza de espécimes de resina dual polimerizados através de barreiras de 2mm a 3mm ou mais de espessura, comparados com os polimerizados sem barreiras ($p < 0,0001$). Para os cimentos Adherence, Duolink, Lute-it e Variolink, os valores de dureza reduziram de 50% ou mais quando a espessura da barreira utilizada foi de 4mm ou mais, mesmo quando as medidas foram feitas uma semana após a polimerização dual. O cimento Enforce apresentou os maiores valores de dureza mesmo quando foram polimerizados através de barreiras de 6mm de espessura. Os autores afirmaram que os baixos valores de dureza apresentados por alguns cimentos, indicam um fraco mecanismo de polimerização química. Este fator pode comprometer a qualidade do cimento em áreas de cavidade que não são acessíveis à luz do fotopolimerizador. Os autores concluíram que os clínicos devem ser cuidadosos quando da seleção de um material e na opção por um cimento resinoso dual na cimentação de um inlay/onlay de resina composta.

Hofmann et al.²⁶, 2001, pesquisaram a eficiência da ativação química de cimentos resinosos duais, comparado com a foto ativação e polimerização dual. A polimerização foi realizada: a) misturando base e catalisador sem subsequente irradiação (polimerização química); b) misturando-se base e catalisador com irradiação direta (polimerização dual); c) irradiação através de cerâmica de vidro reforçada por leucita, IPS Empress (Ivoclar) de 2,5mm de espessura (polimerização dual através de porcelana); d) usando apenas a pasta base com irradiação direta (foto polimerização); e) irradiação através de porcelana (foto polimerização através da porcelana). Espécimes de quatro resinas compostas duais micro híbridas: Variolink II (Vivadent), Cerec Vita (Coltene), Sono Cem (ESPE), Nexus (Kerr) e uma resina composta microhíbrida de polimerização química, Panavia 21 (Kuraray), foram preparados e testados após 24 horas por testes de avaliação de resistência flexural, módulo de elasticidade e de dureza superficial (Vickers). Para todos os materiais e parâmetros, a polimerização dual produziu valores maiores que a fotopolimerização mesmo quando a irradiação foi realizada através de porcelana. Em seguida a polimerização química sem foto ativação a resistência flexural foi de 68,9 – 85,9%, o módulo de elasticidade foi de 59,2 – 94,5% e a dureza Vickers foi de 86,1 – 101,4% dos valores correspondentes obtidos pela polimerização dual com irradiação direta. A fotopolimerização através da porcelana comparada à irradiação direta reduziu os valores para a maioria dos parâmetros e materiais. Em contraste, a polimerização dual, manteve a resistência flexural para todos, o módulo de elasticidade para três e

dureza para um dos materiais. As propriedades mecânicas do cimento resinoso autopolimerizado alcançaram os níveis dos cimentos duais.

Quance et al.⁵², 2001, estudaram o efeito da variação da temperatura de armazenamento de 18°C e 37°C pós exposição e da intensidade de luz de 200mW/cm² e 500 mW/cm² na microdureza de sete resinas compostas foto ativadas. Os valores de dureza foram determinados nas superfícies superiores e inferiores dos espécimes de 2mm de espessura. Esses espécimes foram confeccionados com resina composta de sete marcas comerciais: Herculite XRV e Prodigy (Kerr), Z100 e Silux Plus (3M), TPH (Dentsply), Pertac Hybrid (Espe) e Charisma (Kulzer), fotopolimerizados com luz Prismetics Mk II (Dentsply) e mantidos secos por 24h após a polimerização. Os valores de dureza variaram com o produto, a superfície avaliada, a temperatura de armazenamento e intensidade de luz utilizada na foto polimerização. Em nenhum espécime a dureza na superfície inferior foi igual à da superfície superior. A combinação de 500mW/cm² de intensidade e armazenamento a 37°C produziu os melhores resultados de dureza na superfície inferior. Os autores concluíram que a composição do material teve influência significativa na dureza superficial. Somente uma resina (TPH) produziu média dos valores de dureza na superfície inferior maior que 80% da média máxima da dureza da superfície superior obtida para o produto correspondente a 500mW/cm² de intensidade e 37°C de temperatura de armazenamento quando submetidos a todos os testes. Independentemente das ótimas condições de armazenagem após a polimerização, 200mW/cm² de

intensidade de luz durante 40s não produziu aceitável dureza na superfície inferior do incremento de 2mm, na maioria dos produtos testados.

Rasetto et al.⁵³, 2001, avaliaram a eficiência de três diferentes fontes de luz para polimerizar uma resina através de três tipos de materiais cerâmicos para facetas. As três diferentes fontes de luz avaliadas foram uma halógena convencional, o Optilux (Demetron Res Inc), uma de arco de plasma; Apollo 95E (Dental Medical Diagn Systems Inc) e uma halógena de alta intensidade, Kreativ 2000 (Kreativ Inc). As fontes de luz foram utilizadas para polimerizar um cimento resinoso, Variolink II (Ivoclar North Am Inc) através de discos confeccionados de material para faceta. Os discos com igual diâmetro e espessura de cerâmica feldspática Cerâmico II (Ceramco Inc) cerâmica prensada, IPS Empress (Ivoclar North Am Inc), e cerâmica alumizada, Vitadur Alpha (Vident Inc) foram utilizados como uma interface entre a ponta da luz do fotopolimerizador e o cimento resinoso fotopolimerizável. A combinação cimento resinoso/faceta foi exposta a quatro diferentes tempos de polimerização de 5, 10, 15 e 20s para as fontes de luz de alta intensidade Apolo 95E e Kreativ 2000 e 20, 40, 60 e 80s para luz halógena convencional, Optilux. O teste de dureza superficial, Knoop (Tukon Tester – American Chain & Cable Co.) foi realizado para determinar o grau de polimerização da resina através dos materiais cerâmicos com cada uma das fontes de luz. Os dados foram analisados por ANOVA e teste de Scheffe ($p < 0,05$). Os dados indicaram que os

valores de dureza do Variolink II variaram com a fonte de luz, o material do disco interposto e o tempo de aplicação. O Kreativ 2000 apresentou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre todos os tempos de polimerização. O uso desta fonte de luz necessitou um tempo de aplicação maior que 20s para alcançar o máximo de dureza do cimento resinoso. Para as amostras polimerizadas com Apollo 95E, houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) na dureza superficial dentre as amostras polimerizadas em todos os tempos de aplicação, exceto para os de 15s e 20s de aplicação. As amostras polimerizadas com luz halógena convencional mostraram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) na dureza entre os tempos de aplicação de 60s e 80s. Os autores concluíram que fontes de luz de alta intensidade conseguem adequada polimerização dos cimentos resinosos através de facetas de porcelana, com menor tempo de aplicação que a luz halógena convencional. Entretanto, verificou-se neste estudo que um tempo mínimo de aplicação de 15s com utilização do Kreativ 2000 e 10s com Apollo 95E deve ser utilizado para polimerizar o cimento resinoso Variolink II, independentemente da composição da faceta. A luz halógena convencional necessitou um tempo de polimerização maior que 60s.

Em 2002, Arikawa et al.² avaliaram os efeitos da atenuação da luz pelo esmalte nas propriedades mecânicas da resina composta fotopolimerizada, usando filtros experimentais. Os filtros foram designados para simular as características da transmissão da luz de esmalte de dente humano de 0,5, 1,0 e 1,5mm de espessura. Os

valores de dureza Knoop (KHN) e de módulo de elasticidade no teste transversal para doze cores de três resinas compostas fotopolimerizáveis foram examinadas. Estas resinas foram fotopolimerizadas aplicando-se irradiação direta com a fonte de luz ou irradiação indireta através de um dos filtros. As atenuações de luz pelos filtros de 0,5, 1,0 e 1,5mm foram de 45%, 67% e 81% respectivamente, utilizando-se luz com comprimento de onda situado entre 430nm e 550nm. Para todos os materiais a dureza e o módulo de elasticidade dos espécimes irradiados através de filtros foram significativamente inferiores que os irradiados diretamente. Os autores sugeriram que o efeito de atenuação da luz reduz as propriedades mecânicas da resina fotopolimerizável, podendo com isso comprometer a longevidade clínica da restauração.

Em estudo de Braga et al.⁸, 2002, a resistência flexural, o módulo flexural e a dureza de quatro cimentos resinosos foram avaliados. Os materiais testados foram o Enforce (Dentsply) e Variolink II (Vivadent), fotopolimerizáveis, autopolimerizáveis e de polimerização dual; e RelyX ARC (3M Espe) autopolimerizável e de polimerização dual; C & B (Bisco Inc) autopolimerizável. Espécimes de secção retangular de 10mm de comprimento, 2mm de largura e 1mm de altura foram confeccionados com auxílio de uma matriz de aço. O cimento manipulado foi inserido na matriz e polimerizado de acordo com o seu respectivo grupo. Nos grupos experimentais para os quais a fotoativação foi indicada, foi colocada uma barreira de 2mm de espessura, confeccionada em resina composta Z250 (3M Espe) na

cor A3 entre o cimento resinoso e a ponta do fotopolimerizador. A fotoativação foi realizada na superfície superior do espécime, com a luz halógena de 550mW/cm^2 aplicada por 60s. Os corpos-de-prova obtidos foram mantidos a 37°C por 24h. Após esse período foram fraturados por meio do teste de viga de três pontos. As cargas de pré-falha, que correspondem ao deslocamento específico da máquina de teste foram utilizadas para o cálculo do módulo flexural. A dureza Knoop (KNH) foi medida nos fragmentos obtidos após o teste flexural. O cimento RelyX ARC dual apresentou maior resistência flexural que os outros grupos. O Relyx ARC e o Variolink II dependeram da fotoativação para alcançar maiores valores de dureza. No cimento Enforce, os valores de dureza foram similares para o modo dual e de autopolimerização. Não foi encontrada correlação entre resistência flexural e dureza. Não foi encontrada diferença estatística no módulo flexural dentre os diferentes grupos. Com isso, os autores concluíram que outros fatores além do grau de polimerização, como conteúdo de carga, tipo de monômero, afetam a resistência flexural das resinas compostas.

Barghi e McAlister⁵, 2003, estudaram o efeito da espessura e da cor da cerâmica na microdureza do cimento resinoso polimerizado por luz halógena e por luz emitida por diodo (LED). Para isso foram confeccionados espécimes de porcelana Ceramco II (Dentsply) de forma quadrada, com 11mm x 11mm e espessuras de 1mm e 2mm. Duas cores de porcelana foram avaliadas: A1 e C4. Uma matriz metálica com cavidade de 0,5mm de profundidade e 6mm de

diâmetro foi utilizada. O cimento resinoso Choice (Bisco Inc) na cor A1 foi inserido na matriz metálica e polimerizada sob o espécime de porcelana por 30 ou 60s com LED, Ultra-Lume (Ultradent), ou luz halógena, Optilux 501 (Kerr Co). O grau de polimerização do cimento resinoso foi determinado por meio de ensaio de microdureza. O grupo controle foi um cimento resinoso de 0,5mm de espessura polimerizado sob uma tira de poliéster. Não foi registrada diferença significativa entre a dureza superficial da resina do grupo controle e da polimerizada por LED por 30 ou 60 segundos. O menor valor de dureza registrado foi o do grupo de porcelana cor C4, de 2mm polimerizado por 30s e 60s com luz halógena. Nesse estudo, embora a comparação da dureza superficial tenha apresentado resultados semelhantes para os dois tipos de luz, o LED foi mais efetivo que a luz halógena.

Um estudo realizado por Foxton et al.²³, 2003, avaliou os efeitos do tempo de exposição e da direção da luz do fotopolimerizador na resistência de união entre uma resina dual e uma cerâmica. Nesse estudo, blocos de cerâmica feldspática Vita Celay Blancs (Vita), foram cortados em fatias de 1mm, 2mm e 3mm de espessura. Após a silanização com Tokuzo Ceramic Primer (Tokuyama), as fatias foram unidas utilizando-se cimento resinoso dual Bistite II (Tokuyama) e submetidas a um dos quatro métodos de polimerização: sem luz (controle), fotopolimerização por 20s em uma direção, fotopolimerização por 120s em uma direção e fotopolimerização por 20s em cada uma das seis direções. Após 24h

de armazenamento em água a 37°C, foram realizados testes de microtração para avaliar a resistência de união e de dureza Knoop. Os dados foram analisados pela ANOVA sob dois fatores e teste de Fisher a um nível de confiança de 95%. Os modos de falha dos espécimes foram determinados por meio de microscópio de varredura. A dureza Knoop do grupo controle foi significativamente inferior aos dos grupos dos espécimes que foram fotopolimerizados ($P < 0,05$). Não houve diferença na resistência de união e micro dureza quando fatias de 1mm e de 2mm de cerâmica foram foto polimerizados por 120s de uma direção ou 20s de cada direção ($P < 0,05$). Entretanto quando a espessura de cerâmica aumentou de 2mm para 3mm, houve significante redução na resistência de união quando a fotopolimerização foi realizada em uma direção, mas isso não ocorreu quando a luz foi aplicada por 20s em cada uma das seis direções ($P < 0,05$).

Lynch et al.³⁶, 2003, compararam a microdureza superficial da resina composta polimerizada pela exposição convencional e gradual usando uma fonte de luz halógena. Adicionalmente, foi avaliado o efeito do aumento da distância entre a luz ativadora e o espécime, utilizando-se a exposição convencional. Os discos de resina composta para restauração TPH Spectrum (Dentsply), na cor C3 foram confeccionados em moldes de 2mm de profundidade e 8 mm de diâmetro, e polimerizado com luz halógena, XL3000 (3M) com intensidade de 630 mW/cm² com exposição gradual. A exposição convencional foi usada como controle. A

medida de microdureza foi registrada no final de cada passo e 1h após a exposição inicial usando um microdurômetro MHV (Mitutoyo). Foram determinados quatro grupos experimentais e um controle, com 15 espécimes cada. Outros espécimes foram expostos à luz, com variação pré-determinada da distância. A polimerização pelo método gradual produziu um significativo aumento na média de microdureza no final de cada passo e o valor máximo de média foi inferior ao controle. O efeito do aumento da distância resultou em significativa redução na média de dureza. Os autores concluíram que os métodos modificados de exposição à luz, resultaram em significativa redução na microdureza superficial da resina composta, em comparação à exposição convencional.

Uhl et al⁶⁵, 2003, investigaram a dureza e a profundidade de polimerização de quatro resinas compostas quando polimerizadas por 3 diferentes fontes de luz: luz halógena, Trilight (3M Espe) e duas luzes tipo LED: um comercial, Freelight (3M Espe) e outro protótipo feito pela Universidade de Bristol, o LED 63. A fonte de luz halógena foi utilizada no modo soft start e no modo padrão. As resinas compostas utilizadas foram: Z100 (3M Espe), TPH Spectrum (Dentsply DeTrey), Definite (Degussa), e Solitaire 2 (Heraeus Kulzer), das quais duas (Definite, Solitaire 2) contém iniciadores além do fotoiniciador padrão canforoquinona. A profundidade de polimerização obtida com o Trilight no modo padrão foi estatisticamente maior ($p < 0,05$) que os obtidos com LED comercial para todos materiais e tempo de polimerização. O protótipo

LED 63 conseguiu uma profundidade de polimerização significativamente maior que a fonte de luz LED comercial Freelight, para todos os materiais e tempos de radiação. Não houve diferença estatística na dureza Knoop da superfície das amostras de 2mm de espessura entre o LED 63 ou Trilight (modo padrão) para a resina Z100 para todos os tempos e para Spectrum para 20s e 40s de polimerização. As resinas compostas contendo co-iniciadores mostraram valores de dureza significativamente inferiores no topo e na base das amostras, quando foi utilizado o LED, ao invés de halógena. O experimento mostrou que a profundidade de polimerização não tem relação com a fonte de luz utilizada, e a dureza Knoop depende do tipo de fonte de luz aplicada na fotoativação das resinas compostas que contém outros fotoiniciadores além da canforoquinona.

Kumbuloglu et al.³³, 2004, avaliaram a microdureza superficial e resistência à flexão e à compressão de cinco cimentos e compararam o grau de polimerização na forma dual ou autopolimerizável de quatro cimentos resinosos. Os materiais testados foram: Panavia F (Kuraray); RelyX ARC (3M/ESPE), Variolink II (Ivoclar Vivadent) e RelyX Unicem Applicap (3M/ESPE) e um cimento de poliacrilato de zinco, Durelon (3M/ESPE). Além disso, os cimentos resinosos foram analisados quanto ao grau de polimerização nas técnicas dual e autopolimerizável, utilizando-se um espectroscópio infravermelho. A maior resistência à flexão foi observada com o Variolink II (90MPa) enquanto que a menor foi

observada com o Durelon (28MPa). RelyX Unicem mostrou os maiores valores de microdureza superficial (44HV), enquanto que o Variolink II mostrou os menores (32HV). A maior resistência à compressão foi observada com o RelyX Unicem (145MPa), e a menor foi observada com o Durelon (41MPa). Quanto ao grau de conversão, todos demonstraram diferenças quanto à forma dual ou autopolimerizável, o RelyX Arc mostrou os maiores valores de conversão (81% e 61%), enquanto que o RelyX Unicem mostrou os menores (56% e 26%). Os autores concluíram que os cimentos resinosos de características químicas semelhantes possuem propriedades mecânicas diferentes; e que o método de polimerização influencia no grau de conversão dos monômeros.

Neppelenbroek e Cruz⁴¹, 2004, avaliaram por meio de ensaios de dureza a influência da interposição de Artglass e Solidex no grau de polimerização de cimento resinoso dual, imediatamente e 24h após a fotoativação. Os corpos-de-prova do cimento resinoso dual Variolink (Vivadent) de 2mm de espessura e 4mm de diâmetro, foram polimerizados através da interposição de discos de resina composta indireta. Os discos, medindo 2mm de espessura, foram confeccionados em Artglass (Hercullis Kulzer) e Solidex (Shofu Dental Co. USA) na cor A2. O disco interposto caracterizou os grupos experimentais e a não interposição foi designado grupo controle. O tempo de exposição à luz foi fixado em 40s, em fotopolimerizador modelo 2500 (3M – ESPE) com intensidade de luz de 452 mW/cm². Os testes de dureza Vickers foram realizados imediatamente após a

fotopolimerização e 24h após, em durômetro (Wolpert Germany). Os dados obtidos foram submetidos a ANOVA e teste de Tukey em nível de 5% para todas as variáveis estudadas. Com base nos resultados, os autores concluíram que os valores de dureza reduziram significativamente ($p < 0,05$) com a interposição de 2mm de material, independentemente da resina composta utilizada. Independente do material interposto, os valores após 24h foram estatisticamente superiores, em torno de 60%, aos observados imediatamente após a fotoativação. Os autores alertaram para a ação limitada do ativador químico de polimerização dos cimentos duais e sugeriram para as cimentações, uma criteriosa fotoativação.

Santos Jr et al⁵⁶, 2004, realizaram um estudo sobre o endurecimento de quatro cimentos resinosos duais fotopolimerizados por meio de diferentes fontes de luz. Além disso, avaliaram o endurecimento de resina composta para restauração para evidenciar a eficácia de uma fonte de luz de LED. Foram preparados espécimes em forma de discos de quatro cimentos resinosos duais: Variolink II (Ivoclar-Vivadent), Calibra (Dentsply-Caulk), Nexus 2 (Kerr) e Rely X Arc (3M-Espe). Para realizar a polimerização desses discos, foram utilizadas duas fontes de luz halógena: Visilux 2 (3M-Espe) com $550\text{mW}/\text{cm}^2$ e Optilux 501 (Kerr) com $1360\text{mW}/\text{cm}^2$ e uma fonte de LED Elipar Freelight (3M-Espe) com $320\text{W}/\text{cm}^2$ de intensidade. Os espécimes foram polimerizados com a utilização de fonte de luz ou por reação dual por 10, 30 ou 60s com uma das três fontes de luz aplicada na superfície superior e foram submetidos ao teste após 24h.

Espécimes adicionais foram autopolimerizados e testados aos 15s, 30s, 60min e 24h. O teste consistiu na medida da dureza Knoop (KHN) para cada espécime. Seis valores KHN foram obtidos na superfície superior de vários cimentos em cada grupo de teste. Além disso, foram obtidos discos de resina composta Herculite XRV (Kerr) de 2,5mm de espessura. Esses discos foram fotopolimerizados pelo mesmo método aplicado para os discos de cimento duais e as medidas de KHN foram obtidas da superfície superior e inferior. As médias das medidas de KHN foram determinadas e os dados foram analisados com ANOVA. As fontes de alta intensidade resultaram em valores KHN mais elevados para todos os materiais para os três tempos utilizados. Para os cimentos, a fonte de LED resultou em valores de dureza similares aos obtidos pela fonte de luz halógena QTH, para ambos os cimentos e tempos de aplicação. Entretanto, tanto a fonte de LED quanto a luz halógena convencional, resultaram em maiores valores de dureza nas superfícies inferiores dos espécimes de Herculite XRV nos três tempos de aplicação. Para todos os cimentos com exceção do Nexus 2, a autopolimerização resultou em valores de dureza significativamente inferiores a que a polimerização dual. Os autores concluíram que as aplicações de fontes de luz de alta intensidade com maior tempo de aplicação resultaram em maiores valores de dureza. A fonte de luz de LED foi relacionada com menores valores de dureza para as superfícies inferiores de resina composta para restauração.

Em 2005, Ozturk et al.⁴⁵ avaliaram o grau de conversão e a dureza superficial Vickers do cimento resinoso dual Variolink II (Vivadent) sob uma restauração cerâmica simulada de 5mm de diâmetro e 2mm de espessura, utilizando três fontes de fotoativação: um aparelho halógeno Hilux 550 (Express Dental Products) por 40s; um aparelho halógeno de alta intensidade Optilux 501 (Kerr) aplicado em modo convencional e intensidade progressiva de luz por 10s e 20s respectivamente; um diodo emissor de luz LED, Elipar Free Light) (3M Espe) por 20s e 40s. A microdureza superficial foi avaliada pela aplicação de uma carga de 200N por 15s e o grau de conversão foi obtido por picos de absorbância utilizando o modo de reflexão difusa de um espectroscópio infravermelho. O grau de conversão e a microdureza superficial obtidos com o aparelho halógeno de alta intensidade Optilux 501 (20s) foram significativamente superiores aos demais.

Shimura et al.⁵⁷, 2005, avaliaram a influência do método de polimerização e condição de armazenamento na microdureza de dois cimentos resinosos duais: Panavia F 2,0 (PF) e Nexus 2 (Nx). Os espécimes foram ou fotopolimerizados por 20s usando um aparelho de luz visível de marca Candelux (J Morita) ou quimicamente polimerizados em ambiente sem luz por 15min. Após 24h de armazenamento em câmara seca ou em água destilada, os espécimes foram seccionados e polidos. A microdureza da matriz orgânica do cimento foi medida usando uma máquina de teste por nanoindentação (ENT-1100 Elionix Tokyo, Japão). Os dados (n=6)

foram analisados estatisticamente com teste T, Anova Two-Way ($p < 0,05$) e teste de Tukey ($\alpha 0,05$). Os autores verificaram que os fatores método de polimerização e condição de armazenamento tiveram efeito significativo na microdureza. A fotopolimerização apresentou maiores valores de microdureza do que a polimerização química enquanto o armazenamento em água destilada resultou em maior microdureza que o armazenamento em ambiente seco. Os autores concluíram que os cimentos resinosos duais podem atingir alto grau de polimerização quando fotopolimerizados. Além disso, a microdureza dos cimentos resinosos avaliados não diminuiu quando os mesmos foram mantidos em água.

Sigemori et al⁵⁸, 2005, avaliaram a profundidade de polimerização de um cimento de ionômero de vidro resino modificado (Rely X – 3M Espe), e dois cimentos resinosos (Rely X Arc – 3M Espe e Enforce – Dentsply). Foram preparados 24 espécimes em molde de teflon, com os três cimentos e com $n=8$. Após a confecção, os espécimes foram armazenados a 37°C em ambiente sem luz, por 24h, antes de serem submetidos ao teste de microdureza. As medidas de dureza Knoop foram avaliadas em três diferentes profundidades: superficial, média e profunda. Os resultados (KHN) foram analisados estatisticamente por ANOVA e teste de Tukey a 0,05 que mostrou que os cimentos resinosos apresentaram maiores valores de dureza Knoop no terço superficial. No terço médio, foram observadas diferenças significantes dentre os cimentos avaliados. Entretanto, no terço profundo o Rely X mostrou os maiores valores. Os valores de dureza

Knoop dos agentes cimentantes resinosos diminuíram com o aumento da profundidade.

Jung et al.³⁰, 2006, avaliaram por meio de microdureza Vickers (VHN) e profundidade de polimerização, a influência de diferentes fontes de luz e modos de exposição na polimerização cimento resinoso dual através de discos de cerâmica de diferentes espessuras. Para isso, 360 espécimes de cerâmica Empress (Ivoclar Vivadent) de cor 300, 4mm de diâmetro e 1mm ou 2mm de espessura foram preparados, inseridos dentro de um molde de aço. Após esse procedimento, o cimento resinoso dual Variolink II (Ivoclar Vivadent) com e sem catalisador foi inserido no molde. As fontes de luz utilizadas foram: uma luz halógena convencional (Elipar Trilight – 3M Espe) por 40s; uma halógena alta potência (Astradis 10 – Ivoclar Vivadent) por 20s; um arco de plasma (Aurys – Degré K) por 10s ou 20s, um LED (Elipar Freelight – 3M Espe) por 40s; ou LED de alta potência (Elipar Freelight II – 3M Espe) por 20s; LED (Lux-Omar – Akeda) por 40s e LED (e-Light – GC) por 12s ou 40s. A profundidade de polimerização foi avaliada e o VHN foi determinado a 0,5 e 1mm de distância do disco de cerâmica. As medianas e 25° e 75° percentis foram determinadas para cada grupo (n=10), e a análise estatística foi realizada utilizando-se Mann Whitney-U-Test ($p \leq 0,05$). Os resultados mostraram que o aumento da espessura dos discos de cerâmica promoveu diminuição na profundidade de polimerização e dureza com todas as fontes de luz. Com disco de 2mm de espessura, utilizando-se

o Lux-Omar e Light-12s, ou Aurys 10 ou 20s, é recomendada a utilização de polimerização química.

Soares et al⁶⁰, 2006, avaliaram a microdureza de um cimento resinoso dual sob influência da espessura e cor da cerâmica feldspática. Para esse estudo, foram selecionados noventa e nove incisivos bovinos, cujas raízes foram removidas e as coroas foram embutidas em resina de poliestireno e divididos aleatoriamente em 19 grupos, com n=5. Na superfície vestibular dessas coroas, foram realizados preparos cavitários padronizados de 4,0mm de diâmetro e 1mm de profundidade. Restaurações de cerâmica (Noritake EX3) foram manufaturadas com 4mm de diâmetro e 1, 2 e 4mm de espessura nas cores A1, A2, A3, A3,5 e A4. O cimento resinoso dual (Rely X ARC) foi inserido dentro do preparo cavitário. Uma tira matriz de Mylar foi posicionada sobre o cimento. A fotoativação do cimento foi realizada por 40s, seguindo o protocolo: controle – sem interposição da restauração de cerâmica, à distância de 0,0; 1,0; 2,0 e 4,0mm. Os demais grupos tiveram a restauração de cerâmica posicionada entre o cimento resinoso e a fonte de luz polimerizadora. O teste de dureza Vickers da superfície do cimento foi realizado, pela aplicação de carga de 50g por 30s, com cinco endentações em cada amostra. Os resultados foram comparados pela ANOVA a 2 fatores (5x3) e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Os autores concluíram que a polimerização química do cimento dual não foi suficiente para compensar a atenuação de luz promovida pela interposição de cerâmica nas cores A 3,5 e A4 com 4mm de espessura. Os autores

concluíram ainda que a espessura teve maior influência na microdureza do cimento do que a cor da restauração de cerâmica.

Yoshida e Atsuta⁷¹, 2006, avaliaram a microdureza de uma fina camada de três cimentos resinosos duais (Linkmax, Claparl e Variolink II) e três cimentos fotopolimerizáveis (Claparl LC, a pasta base do Linkmax e do Variolink II), irradiados com ou sem a interposição de uma placa de cerâmica de 2mm de espessura. Para isso, uma tira adesiva de polietileno com uma perfuração circular foi posicionada na superfície da placa de cerâmica para manter a espessura de cimento de aproximadamente 50 μ m. A pasta de cimento foi depositada sobre a superfície de cerâmica, dentro do círculo. A placa de cerâmica com a pasta de cimento resinoso foi colocada sobre uma lâmina de vidro, e esta sobre um bloco cerâmico, para obter uma superfície plana. O cimento resinoso foi polimerizado utilizando-se uma fonte de luz visível. A dureza superficial foi registrada em intervalos de tempo até cinco dias, começando do final do período da fotoativação. A dureza aumentou continuamente após a fotoativação e atingiu o máximo após 1 ou 2 dias. Em todos os casos o aumento na dureza foi relativamente rápido após os primeiros 30min e continuou mais lentamente após esse período. O cimento resinoso dual para cada material teve valores de dureza significativamente superiores que os fotoativados com ou sem a interposição de cerâmica em todo os tempos pós-irradiação. Os cimentos resinosos polimerizados através de cerâmica, para cada material, mostraram valores de dureza significativamente inferiores, quando comparados aos polimerizados sem a interposição de cerâmica, em todos os tempos pós-irradiação.

2.2 Estudos que aplicaram outros métodos e estudos relacionados

DeWald e Ferracane¹⁵, 1987, avaliaram e compararam, *in vitro* quatro métodos (dureza, infravermelho, microscópico e fragmentado) para determinar a profundidade de polimerização de três tipos de resinas compostas: de macropartículas, Aurafill (Johnson & Johnson); de partículas finas, Prismafill (L. D. Caulk Co); e uma de micropartículas, Prisma Microfine (L.D. Caulk Co.). Foram utilizados moldes cilíndricos de alumínio de 5mm de diâmetro e profundidades de 1, 2, 3, 4 e 5mm para confeccionar espécimes de alturas variadas para cada resina. Os valores de dureza foram comparados em várias profundidades pela ANOVA e teste de Scheffé ($p=0,05$). Os resultados foram comparados com os do infravermelho, pela análise de regressão ($p=0,05$). O grau de conversão para cada resina especificamente foi associado com a profundidade de polimerização determinado pelo teste de dureza, pelo método microscópico e ainda pela técnica fragmentada. Os autores verificaram que os métodos microscópico e fragmentado são correlacionados, mas ambos sobreestimam a profundidade de polimerização quando comparado com o teste de dureza e os valores de grau de conversão. Embora a dureza Knoop tenha se relacionado bem com o grau de conversão, o grau de conversão foi reduzido mais drasticamente com o aumento da

profundidade e foi o método mais sensível para avaliação do grau de polimerização de resinas compostas fotopolimerizadas.

Harashima et al.²⁴ , 1991, avaliaram o grau de conversão em cimentos resinosos duais, por meio de espectrofotômetro de transformação infravermelha de Fourier (FTIR). Foram utilizados cinco cimentos resinosos duais: Adhesive cement (Kulzer GmbH), Clearfil CR inlay cement (Kuraray Co Ltd), Dual cement (Vivadent AG), Duo cement (Coltène AG), Resin inlay cement-2 (Tokuyama Soda Co. Ltda.) e Panavia EX (Kuraray Co. Ltda.). O filme de cimento resinoso com espessura aproximada de 50µm foi irradiado através de disco de resina composta para inlay (Clearfil CR inlay – Kuraray Co. Ltda.) com espessuras que variaram de 1.16mm a 5.42mm, por 40s. Os cimentos resinosos duais apresentaram grau de conversão de 59,3% a 75% após autopolimerização e 66,6% a 81,4% após fotopolimerização. O grau de conversão diminuiu com o aumento da espessura do disco de resina composta interposto. Esse baixo grau de conversão não aumentou satisfatoriamente após subsequente polimerização química. Repetindo-se a fotoativação do cimento com baixo grau de conversão ocorreu um no aumento do grau de conversão, tornando-o mais uniforme.

Hasegawa et al.²⁵ , 1991, conduziram um estudo cujo objetivo foi determinar a extensão do endurecimento de três cimentos resinosos duais sob inlays de resina composta e verificar a efetividade das cunhas reflexivas na polimerização de cimentos

resinosos na margem proximal. O tempo de exposição ideal para endurecer os cimentos foi determinado pela exposição direta do cimento à luz polimerizadora. Inlays de resina composta foram cimentados em molares extraídos com três tipos de cimento: Dual (Vivadent), cimento foto ativado Dicor (Dentsply) e Duo cimento (Coltene). Em metade dos espécimes a polimerização foi realizada utilizando-se cunhas reflexivas. Em nenhum dos cimentos foi observada completa polimerização nas 24h iniciais quando foi utilizado o tempo de exposição recomendado pelos fabricantes. Os autores afirmaram que os componentes de polimerização química não foram efetivos quando a luz do fotopolimerizador foi atenuada pelo dente ou pela restauração e que a luz transmitida pela cunha reflexiva teve pouco efeito na polimerização do cimento.

O'Keefe et al.⁴², 1991, avaliaram a espectro-transmitância de facetas laminadas de porcelana de diferentes espessuras (0,50, 0,75 e 1mm) e três diferentes opacidades (25%, 75% e 100%) confeccionadas com cerâmica para faceta da Ceramco II (Ceramco Inc., Johnson & Johnson). As medidas de espectro-transmitância foram registradas em intervalos de 10nm, entre 430nm e 600nm, por meio de um espectro-radiômetro (Pritchard Spectroradiometer – Chatsworth, Calif). Os autores concluíram que a espessura da porcelana foi determinante na quantidade de transmissão da luz, enquanto a opacidade teve pouca interferência.

Em 1993, Rueggeberg e Caughman⁵⁵ pesquisaram o grau de conversão dos monômeros de quatro marcas comerciais de cimentos resinosos duais Ultra-Bond (Den-Mat Corp), Mirage FLC (Chamaleon Dental), Porcelite (Sybron-Kerr), Heliolink (Vivadent). Os produtos foram submetidos a diferentes condições de polimerização: sem exposição à luz, exposição à luz por 60s através de matriz de Mylar, exposição à luz por 20s através da interposição de resina composta Heliomolar (Vivadent) de 1,5 mm de espessura e luz por 60s através de interposição de resina composta de 1,5mm de espessura. Os espectros infravermelhos dos espécimes foram registrados e especificados para cada tratamento aos 2, 5, 10, 30, e 60 min após a mistura e após 24h. O grau de conversão foi determinado pelo espectro infravermelho. Os resultados mostraram uma grande variação no potencial de polimerização dentre as diferentes marcas. Independente da marca, a polimerização química foi sempre inferior do que quando os espécimes foram submetidos à qualquer tipo de ativação por luz. Para a maioria das resinas testadas a conversão 10min após a mistura foi equivalente à verificada 24h após. Apesar do que afirmam os fabricantes, os autores não encontraram evidências de substancial polimerização induzida quimicamente nos cimentos resinosos duais, após o término da exposição à luz.

Em 1994, Myers et al.⁴⁰ investigaram o efeito da composição, cor e espessura da restauração na transmissão de luz de materiais selecionados dentre os utilizados comumente na confecção de facetas, inlays e coroas. Além disso, foi avaliada a relação entre a

luz transmitida e a extensão de polimerização de um cimento resinoso fotoativado em diferentes tempos de exposição à luz. Para isso, foram confeccionados discos de cerâmica Colorlogic (CERAMCO Inc.) e Dicor (Dentsply Int.) e de resina composta Herculite XRV (Kerr Mfg Co.) e Concept (Willians Dental Co.), nas cores A1 e A4, com espessuras de 0,5 a 3mm com intervalos de 0,5mm. A fonte de luz utilizada foi a halógena convencional (Modelo 401, Demetron Research Corp.) por 20, 40 e 60s. A transmissão de luz através das diferentes espessuras de cada material foi medida com auxílio de um radiômetro (modelo 100 – Demetron Research Corp.). O efeito da variação na intensidade de luz transmitida foi avaliado pela determinação do grau de polimerização do cimento dual Porcelite translúcido (Kerr Mfg Co.) em um espectrômetro de transformação infravermelha de Fourier. A espessura e a cor dos materiais restauradores tiveram a maior influência na transmissão de luz. Para restaurações simuladas na espessura de 1,5mm ou mais, a cerâmica Dicor permitiu a maior passagem de luz do que os outros materiais, independentemente da cor. Os resultados permitiram a conclusão de que a espessura da restauração e sua cor tiveram maior influência na transmissão da luz do que o material utilizado. A cerâmica fundida Dicor permitiu maior transmissão de luz, o que possibilitou a polimerização do cimento resinoso com restaurações mais espessas do que com outros materiais. Os autores sugeriram ainda que para restaurações com espessura maior que 1mm, seja utilizado um cimento resinoso dual ou de polimerização química para proporcionar melhores propriedades do cimento.

Van Meerbeek et al.⁶⁷, 1994, compararam 13 cimentos resinosos duais, quanto à espessura, consistência e tempo de trabalho utilizando as especificações da American National Standard, American Dental Association (ANS / ADA) para cimento de fosfato de zinco e resina para restaurações diretas. O efeito da temperatura e da reação de polimerização na espessura da película também foi avaliado para alguns produtos representativos. Todas as propriedades relacionadas clinicamente variaram amplamente dentre os produtos avaliados. Uma grande correlação linear foi encontrada entre espessura de película e consistência do cimento resinoso dual. O resfriamento do material aumentou a consistência resultando em maior espessura de película, enquanto o aquecimento reduziu a espessura de película, devido à diminuição da consistência. Entretanto, produtos com menor tempo de trabalho à temperatura ambiente, mostraram uma espessura de película aumentada após o aquecimento, provavelmente causada pela polimerização por aceleração química. Nenhuma correlação foi encontrada entre a espessura de película e máximo tamanho de partícula ou entre consistência e conteúdo de carga. A análise em microscópio eletrônico de varredura, de amostras de espessura de película polimerizada revelou que partículas de carga maiores haviam sido esmagadas sob a compressão da carga durante a medida da espessura de película. A falha da correlação entre consistência e conteúdo de carga pode ser explicado pela determinação multifatorial da consistência. Os autores concluíram que a grande diversidade dos cimentos resinosos disponíveis deixa claras

as especificações com respeito à adequada composição do cimento resinoso a ser utilizado. Portanto, métodos mais adequados para se testar a espessura de película de cimentos resinosos são também necessários.

Isidor e Brondum²⁸, 1995, avaliaram clinicamente Inlays de porcelana. Foram colocados 25 inlays em dentes posteriores, por dois dentistas de uma clínica privada. O tempo decorrido desde a cimentação até a avaliação foi de 20 a 57 meses com uma média de 44 meses. Foram realizados preparos MOD para inlay em 13 pré-molares e 12 molares. A maioria dos preparos não incluiu recobrimento de cúspide. Os inlays foram confeccionados em um mesmo laboratório dental de acordo com recomendações do fabricante, submetidos ao condicionamento ácido e silanização antes da cimentação. A cimentação incluiu o condicionamento ácido do esmalte cavo superficial, e dentina com sistema de adesão dentinária. Os inlays foram cimentados, com cimento resinoso. Os primeiros 10 inlays de porcelana foram cimentados com cimento resinoso fotopolimerizável e os 11 remanescentes com cimento resinoso de polimerização dual. Doze das 25 restaurações falharam e foram recolocados durante o período de observação. Dez dessas falhas ocorreram devido à fratura do inlay, uma foi causada por cárie secundária e a outra foi atribuída a uma desadaptação marginal entre o inlay e estrutura dental adjacente. Os autores verificaram maior ocorrência de falhas nos inlays cimentados com cimento foto polimerizado ($p=0,05$) do que nos cimentados com cimento resinoso dual. Além disso, mais falhas foram

observadas dentre os inlays colocados em molares que nos pré-molares ($p=0,07$).

Peutzfeldt⁴⁷, 2005, avaliou *in vitro* o desgaste oclusal, a quantidade de ligações duplas de carbono remanescentes e o conteúdo volumétrico de carga de oito cimentos resinosos duais. Além disso, foi avaliado o efeito da fotopolimerização no desgaste e na quantidade de ligações duplas de carbono remanescentes. O conteúdo de carga variou entre 31% e 66% do volume. O desgaste *in vitro* variou entre 30 μ m e 65 μ m e a quantidade de ligações duplas remanescentes variou entre 19% e 38% quando o cimento resinoso foi polimerizado quimicamente e fotopolimerizado. Quando a fotopolimerização foi dispensada, o desgaste variou entre 36 μ m e 74 μ m e a quantidade de ligações duplas entre 25% e 56%. Um cimento resinoso não endureceu totalmente quando não foi polimerizado por luz. A fotopolimerização melhorou a resistência ao desgaste das três resinas para acima de 44% e reduziu além de 36% a quantidade de ligações duplas de carbono. A análise de regressão tridimensional encontrou diminuição no desgaste com diminuição de ligações duplas remanescentes e aumento ao conteúdo volumétrico de carga. A correlação negativa foi demonstrada entre resistência compressiva e desgaste.

A perda da forma anatômica devido ao desgaste tem sido citada como um fator limitante da utilização clínica da resina composta em dentes posteriores. As propriedades físicas e

possivelmente a resistência ao desgaste da resina composta são influenciadas pelo seu grau de polimerização. O objetivo do estudo de Ferracane et al.²¹ em 1997 foi variar o grau de conversão da resina composta para testar a hipótese de que a resistência ao desgaste e falhas marginais poderiam ser melhoradas na polimerização. A resina composta híbrida fotopolimerizável contendo 50% de Bis-GMA e 50% de TegGMA e 62% de volume de estrôncio de vidro (1-2 μ m) com micropartículas de sílica foi formulada (Bisco). A resina foi inserida em duas cavidades cilíndricas de 2,5mm de diâmetro em dentes de Cr-Co que foram recolocados nos lugares de primeiro e segundo molares em próteses totais inferiores de 50 pacientes edêntulos. As resinas foram fotopolimerizadas por diferentes períodos (9, 12, 20, 40s e 40s + 10min a 120°C) e depois polidas. Os resultados foram comparados com a resina Heliomolar de micropartícula. O grau de conversão foi medido pelo FTIR e ficou entre 55% por 9s de polimerização e 67% para 40s de fotopolimerização seguida de aplicação de calor. Foram realizados moldes e os modelos obtidos foram avaliados após seis meses, 1 ano e 2 anos. Os modelos de gesso foram avaliados independentemente por três observadores para determinar a porcentagem de margens apresentando falhas. Réplicas de resina epóxica foram medidas com profilômetros para avaliar o desgaste. O desgaste de resina composta híbrida após 2 anos variou de mais que 144 μ m com 9s de fotopolimerização e menos que 3 com 40s de fotopolimerização seguida de calor. O Heliomolar apresentou um desgaste de 11 a 16 μ m após dois anos. Verificou-se uma grande correlação negativa ($r^2=0,91$) entre o grau de polimerização e desgaste

das resinas compostas híbridas. As falhas foram desprezíveis para as resinas híbridas e reduzidas de 40% para 15% das margens pelo tratamento térmico. Os autores concluíram que a resistência ao desgaste de uma resina composta pode ser melhorada pelo aumento do seu grau de conversão.

Prinsloo et al.⁵¹, 1997, realizaram um estudo *in vitro* para determinar o grau de polimerização de um cimento resinoso dual com 82% de carga, após a sua polimerização através de diferentes espessuras de porcelana Cerec Vita Mark II: 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 4, 5 e 6mm. Cada camada de cimento 3M Opal Cement foi polimerizada através do disco de porcelana, utilizando-se um XL3000 por 60s. A espectrofotometria infravermelha e o microespectroscópio foram utilizados para determinar o grau de polimerização do cimento em diferentes intervalos de tempo, após a espatulação e a fotopolimerização. Os resultados indicaram que espessuras de cerâmica Cerec superiores a 3mm afetaram o grau de polimerização do cimento resinoso, mesmo 24h após a mistura do cimento.

Vogel e Salz⁶⁸, 1997, compararam a profundidade de polimerização de uma resina composta de micropartículas, Heliomolar (HM) e uma resina composta híbrida, Tetric (T). Para isso foram obtidas barreiras com fatias de 0,2 a 0,8mm de esmalte e dentina, de molares hígidos de humanos. A transmissão de luz foi medida em função da espessura das barreiras. A profundidade de polimerização foi medida de acordo com ISO 4049. Os moldes de 6mm de altura e 4mm de diâmetro foram preenchidos com Tetric da cor 210, 510 e

Heliomolar 140, 510 e polimerizados através das barreiras utilizando diferentes intensidades de luz (100-1000mW/cm²). O resultado obtido no gráfico da transmissão de luz em função da espessura da barreira de dentina e esmalte não foi linear. Com o aumento da espessura das fatias, a transmissão de luz diminuiu gradativamente e entre a mais fina e a condição de não interposição, essa diminuição foi acentuada. O mesmo efeito foi verificado em relação à profundidade de polimerização que diminuiu com o aumento da espessura. A profundidade de polimerização foi maior com esmalte do que com dentina. Com Tetric foi obtida maior profundidade de polimerização do que com Heliomolar. A influência da cor da resina e da intensidade da luz foi maior com Heliomolar. Os dados foram analisados por ANOVA e teste de Duncan com nível de significância com $p=0,05$. Os resultados mostraram a grande influência da espessura de dentina e esmalte na profundidade de polimerização. A profundidade de polimerização foi influenciada também pelo tipo, cor da resina composta e intensidade da luz. Segundo os autores, a polimerização através de fragmento dental foi independente da cor ou tipo de resina composta e obtida apenas com luz de alta intensidade de potência.

Braga et al.⁷, 1999, realizaram um estudo para avaliar a resistência ao cisalhamento da união dentina/porcelana de espécimes cimentados com cimentos resinosos duais. Foram utilizados sessenta molares e pré-molares extraídos de humanos, não restaurados, divididos aleatoriamente em 12 grupos. Os cimentos resinosos duais avaliados foram Porcelite (Sybron Kerr) e o Dual (Vivadent). Um cimento quimicamente ativado, C & B (Bisco Inc.) foi utilizado com

objetivo de comparação. Peças de cerâmica Ceramco II na cor A 3,5 (Ceramco Inc.), com 3mm de altura foram condicionadas com ácido hidrófluorídrico (Sybron Kerr), silanizados com Herculite *porcelain repair bonding system* (Sybron Kerr) e cimentados à superfície plana de dentina com cada um dos cimentos utilizados, associados ao sistema adesivo Optibond (Sybron Kerr). A fotoativação foi realizada utilizando-se um Optilux 400 (Demetron Res Corp.) a 450 mW/cm². Após a fotopolimerização, os espécimes foram armazenados em água a 37°C. Os testes de cisalhamento foram realizados após 10, 30, 90min e sete dias (máximo valor referido). Para cada grupo (intervalo de tempo) foram confeccionados cinco espécimes. Ambos cimentos duais apresentaram resistência ao cisalhamento estatisticamente semelhante nos mesmos intervalos de tempo. O cimento quimicamente ativado apresentou valor de resistência estatisticamente inferior aos cimentos duais. Os resultados após sete dias foram superiores aos observados aos 90 minutos, para os três cimentos testados. Os autores concluíram ainda que embora os cimentos duais tenham alcançado altos valores de resistência ao cisalhamento mais rapidamente que os quimicamente ativados, os esforços devem ser evitados antes de 90min após a cimentação porque a resistência ao cisalhamento nesse período é muito inferior ao máximo.

Eliades et al.¹⁷, 2000, avaliaram o grau de polimerização de quatro marcas comerciais de adesivos resinosos disponíveis no mercado: a) um fotopolimerizável (Transbond XL - 3M/Unitec); b) um de polimerização química, em uma pasta sem

mistura (Unite -3M/Unitec); c) um de polimerização química, em 2 pastas (Concise – 3M/Unitec); d) um de polimerização dual (DuoCement – Coltene). Os adesivos fotopolimerizáveis e de polimerização dual foram fotopolimerizados por meio de uma fonte de luz Elipar Visio II (Espe) de $630\text{mW}/\text{cm}^2$ de intensidade de luz a 468nm. Quarenta brackets de aço inox foram divididos em 4 grupos de 10 cada, e as bases desses brackets foram cobertas por um volume padronizado de adesivo. Em seguida, estes foram pressionados firmemente sobre uma superfície de 75% de reflectância e coberto com filme de celulose para facilitar a remoção do sistema e recobrimento do material. O adesivo fotopolimerizável e o de polimerização dual foram fotopolimerizados da borda incisal e cervical do bracket, por 10 segundos cada. Enquanto isso, outro grupo de brackets cerâmicos foi usado para estudar a diferença na interferência entre o transparente e o opaco no grau de conversão. A espectroscopia de transformação infravermelha de Fourier foi utilizada para avaliar o grau de conversão dos adesivos com α de 0,05 e $n=10$. O adesivo de polimerização dual apresentou maior grau de conversão, seguido pelo fotopolimerizável combinado com bracket cerâmico e o de polimerização química sem mistura. A combinação do bracket metálico com o adesivo fotopolimerizável resultou em grau de conversão comparável com o de polimerização química.

Örtengren et al.⁴³, 2000, realizaram um estudo para avaliar a sorção de água e determinar a influência da água na propriedade flexural de um cimento resinoso de diferentes

viscosidades. Um cimento resinoso dual, Variolink II (Vivadent) de duas diferentes viscosidades foram testadas de acordo com o padrão ISO para materiais dentários. As amostras testadas para sorção de água foram armazenadas em água destilada por sete ou 60 dias. As amostras testadas para propriedade flexural foram divididas em dois grupos e armazenadas úmidas ou secas por um, sete ou 60 dias. Após o armazenamento o teste flexural foi realizado em equipamento de viga de três pontos. Foi registrado um significativo aumento na sorção de água para ambas as viscosidades, quando o tempo aumentou, mas não foi encontrada diferença significativa entre as duas viscosidades. Resistência e módulo significativamente inferiores foram encontrados para espécimes que foram armazenados úmidos por 60 dias em comparação aos que foram armazenados secos. Foi verificada ainda significativa mudança da deflexão na fratura. Não houve diferença nas propriedades flexurais entre as duas viscosidades. Os autores concluíram que a água tem um importante efeito nas propriedades flexurais do cimento resinoso após 60 dias de armazenamento. Verificaram também que não houve diferença significativa na sorção de água e nas propriedades flexurais entre os dois tipos de viscosidades dos cimentos resinosos estudados.

Price et al.⁵⁰, 2000, determinaram a quantidade de energia de luz transmitida através de várias densidades de resina composta polimerizada e dentina humana quando duas diferentes intensidades de luz foram utilizadas. O máximo de energia de luz (mW/cm^2) transmitida através de discos de 0,46 a 5,85mm de

espessura de 7 resinas compostas e dentina humana foi medido quando aplicada fonte de luz Standard ou turbo. Os discos de resina composta foram confeccionados de três resinas compostas híbridas convencionais: Z100, 3M Espe; Pertac II Aplitip, Espe; Prodigy Unidose, Kerr; e 4 resinas compostas de alta viscosidade: Surefil, Densply/Caulk; Prodigy Condensable, Kerr; Filtek P60, 3M Dental; e Alert, Jeneric Pentron. Os efeitos das fontes de luz, da espessura, e do tipo de espécime na transmissão da energia de luz foram determinados. A média da energia de luz medida na superfície dos espécimes foi de 682,1mW/cm² com a fonte de luz Standard e 1014,4 mW/cm² com o Turbo. Para todos os espécimes o aumento de espessura causou uma diminuição exponencial na energia de luz transmitida. A análise de covariância mostrou que o espécime, espessura e fonte de luz tiveram efeito significativo. A maior energia de luz ($\pm 42\%$) foi transmitida através dos espécimes quando a fonte de luz turba foi utilizada. Os autores concluíram que houve uma diminuição exponencial na energia de luz transmitida através das sete resinas compostas, dentina e com aumento na espessura dos espécimes.

Caughman et al.¹², 2001, avaliaram por meio de espectrofotometria, o grau de conversão dos monômeros em seis diferentes marcas comerciais de cimentos resinosos duais: Calibra (Dentsply), Choice (Bisco), Insure (Cosmedent), Lute-It (Jeneric/Pentron), Nexus (Kerr), Variolink II (Ivoclar-Vivadent). Esses materiais foram avaliados sob cinco condições experimentais:

cimento dual, catalisador e base, polimerizado sem luz sob a tira de poliéster; dual polimerizado com luz através de interposição de porcelana de 3mm de espessura; dual polimerizado com luz através de tira de poliéster; pasta base polimerizada com luz pela interposição de porcelana de 3mm de espessura e pasta base polimerizada com luz através da tira de poliéster. Para cada cimento a condição dual-poliéster produziu o maior valor de conversão dentre todas as demais e foi considerado o controle para cada produto. Para todos os cimentos avaliados, a condição dual-3mm apresentou conversão inferior a 97% do controle e equivalente ao controle com exceção do Lute-It. Na condição dual sem luz a conversão foi menor que a do controle, mas pelo menos 86% em relação ao controle para todos os produtos, exceto para o Variolink II (62% do controle). Para todos os cimentos na condição dual-sem luz, a conversão foi pelo menos igual à de tira de poliéster com luz, exceto para Choice e Variolink II. Somente o Variolink II não apresentou aumento nos valores de conversão na condição dual-poliéster em relação ao poliéster com luz. Para a maioria dos outros produtos (Calibra, Insure e Lute-It) os valores de conversão para luz-3mm foram significativamente inferiores que poliéster com luz. Os valores de conversão para Nexus, Choice e Variolink II foram equivalentes quando foram comparadas as condições poliéster com luz e sem luz (3mm). Os autores concluíram que a seleção de um cimento resinoso dual deve ser baseada na área e na forma de utilização, porque nem todos os materiais polimerizam-se adequadamente em todas as situações clínicas. Além disso, afirmaram

que dentre os cimentos avaliados, nenhum pode ser indicado para todas as situações.

Jung et al.²⁹, 2001, avaliaram a eficiência de três diferentes métodos de polimerização através de restaurações de cerâmica, pela determinação da profundidade de polimerização e dureza universal de um cimento resinoso. Para isso, foram preparados 36 espécimes de cerâmica Empress II (Ivoclar) na cor 300, com 4mm de diâmetro e 2mm de espessura. Todos os espécimes foram condicionados com ácido hidrófluorídrico a 10% (IPS - Empress Ceramic Etching gel – Ivoclar) por 60s, lavados por 60s com água, secos e silanizados por 60s com Monobond (Vivadent). Em seguida estes espécimes foram inseridos em matriz de aço de 4mm de diâmetro por 6mm de altura, com a superfície condicionada voltada para cima. As matrizes foram preenchidas com cimento resinoso Variolink II (Vivadent) com e sem catalisador. Após o preenchimento a superfície do cimento foi coberta com tira de polietileno, e sobre essa matriz foi colocada uma placa de metal. O molde foi colocado com a porção de cerâmica voltada para cima e permitiu a polimerização do cimento resinoso através da cerâmica. A polimerização de seis espécimes de cada grupo foi realizada aplicando-se um dos três métodos: 40s utilizando polimerização convencional a 800 mW/cm^2 em um Elipar Trilight (3M-ESPE), 40s utilizando polimerização soft start com um aumento exponencial de 100 para 800 mW/cm^2 em um Elipar Trilight (3M-ESPE) e 10s utilizando um sistema de arco de plasma (PAC) a 1700 mW/cm^2

(American Dental Technologies). A profundidade de polimerização foi avaliada de acordo com o ISO 4049. Adicionalmente, a dureza foi determinada a 0,5mm e 1mm da cerâmica, utilizando uma máquina de testes universal (ZWICK 14040). A polimerização sem catalisador utilizando a polimerização convencional e a soft start, produziu maior dureza em ambas as camadas comparadas às polimerizadas com arco de plasma. O uso de catalisador produziu maior dureza e profundidade de polimerização com todos os métodos de irradiação utilizados. A profundidade de polimerização foi sempre maior utilizando polimerização convencional e polimerização com soft start, comparando a utilização do arco de plasma.

Lee e Um³⁴ . 2001, verificaram a reação cinética de cinco marcas comerciais de cimentos resinosos duais: Bistite (Tokuyama); Dual (Vivadent); Scotchbond (3M C.); Duolink (Bisco); Duo Cement (Coltene), quando polimerizados através de várias espessuras de inlays de porcelana por ativação química ou foto ativação. O efeito do disco de porcelana no grau de polimerização de um cimento resinoso dual durante a exposição à luz foi avaliado por meio de análise térmica, análise termogravimétrica e calorimetria por escaneamento diferencial. A porcentagem de carga inorgânica, o calor de polimerização, a máxima porcentagem de produção de calor e o pico da transmissão do calor foi medida quando a reação de polimerização ocorreu por reação química ou por exposição à luz através da espessura de porcelana de 1, 2 e 4mm. Em discos de porcelana com 4mm de espessura, o tempo de exposição variou de 40

a 60s, para avaliar o efeito do tempo de exposição na reação de polimerização. A polimerização por exposição à luz foi 5 a 20 vezes mais rápido que a polimerização química. Os cimentos resinosos de polimerização dual foram muito diferentes na sua sensibilidade à luz e ativação química. O pico do tempo para transmissão de calor aumentou de 1,51, 1,87 e 3,24 vezes quando a foto polimerização era realizada através de discos de porcelana de 1, 2 e 4mm de espessura, respectivamente. O tempo de exposição recomendado pelos fabricantes não foi suficiente para compensar a atenuação da luz pelo disco de porcelana de 4mm de espessura.

Piwowarczyk e Lauer⁴⁸, 2003, analisaram o efeito do armazenamento em água na resistência flexural e compressiva de 12 agentes cimentantes de diferentes classes de materiais. Além disso, foi analisada a influência do método de polimerização nas propriedades mecânicas do material. Os materiais avaliados foram: a) dois cimentos de fosfato de zinco: Harvard (Richter&Hoffmann) e Flecks (Mizzy Inc); b) dois cimentos de ionômero de vidro convencionais: Fuji I (GC Corp) e Ketac Cem (3M Espe); c) três cimentos de ionômero de vidro resina modificados: Fuji Plus (GC Corp), Fuji Cem (GC Corp) e RelyX Luting (3M Espe); d) quatro cimentos resinosos duais convencionais: Panavia F (Kuraray), Variolink II (Ivoclar Vivadent) e Compolute (3M Espe); e um cimento resinoso autopolimerizável universal, RelyX Unicem (3M Espe). As amostras foram preparadas e testadas de acordo com as especificações ISO. Os espécimes para o teste de resistência flexural e resistência compressiva foram

submetidos à carga a uma velocidade constante de 1mm por min até a fratura em uma máquina ZWICK 1435 (Ulm Germany). As propriedades mecânicas foram medidas após o armazenamento dos materiais em água destilada à temperatura de $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24h e 150 dias após a espatulação. Os valores de resistência foram submetidos a ANOVA e os valores médios à comparação múltipla de Duncan. Os autores verificaram que os cimentos resinosos tiveram valores de resistência compressiva mais elevados, seguidos pelo cimento resinoso autopolimerizável universal. Esses materiais foram estatisticamente mais resistentes que o cimento de ionômero de vidro resino modificado, o cimento de ionômero de vidro e o cimento de fosfato de zinco.

Tanoue et al.⁶², 2003, avaliaram a influência da exposição à luz visível na absorção de água, solubilidade e estabilidade de cor de cimentos resinosos de polimerização dual. Foram utilizados oito cimentos resinosos duais: 2 bond 2 (Heraeus Kulzer), Bistite II (Tokuyama), G Cera Cosmotech II (GC Corp), Lute It (Jeneric Pentron), Panavia Fluorocement (Kuraray) e Variolink II (Vivadent) foram preparados discos seguindo dois métodos: a) os espécimes de cimento resinoso dual exposto à fonte de luz visível de um fotopolimerizador TransluxCL (Vita Zahnfabrik) e b) espécimes autopolimerizados (quimicamente). Cinco espécimes foram produzidos para cada material e método de polimerização. A absorção de água e solubilidade foi determinada de acordo com métodos de teste padronizados e os dados foram comparados usando análise de

variância (ANOVA) e contrastes. No aspecto da estabilidade de cor os valores de diferença de cor entre 24h e outros períodos de imersão (1, 2, 3, 4, 8, 12, 16, 20 e 24 semanas) foram calculados e analisados pelas medidas repetidas pela ANOVA. Os espécimes polimerizados dualmente apresentaram valores de solubilidade significativamente menores que os quimicamente polimerizados exceto para o material Lute It. O material dualmente polimerizado Lindmax apresentou o menor valor de solubilidade ($0,51 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) e menor valor de diferença de cor após 24 semanas ($2,64 \pm 0,39$). Os autores concluíram que os cimentos resinosos duais devem ser expostos a luz após o assentamento das restaurações a fim de reduzir a absorção de água e melhorar a estabilidade de cor.

Kanno et al.³¹, 2004, realizaram um estudo para medir a resistência de adesão de um cimento resinoso dual em diferentes regiões da dentina de canal radicular empregando três métodos de polimerização. Foram utilizados 36 dentes bovinos extraídos. Cada raiz foi seccionada verticalmente em metades, as paredes de dentina pulpar foram polidas e aplainadas. Foram utilizados dois cimentos duais: Bistite II (Tokuyama Dental Co) e Panavia F (Kuraray Medical Inc) e divididos em três grupos segundo método de polimerização: com luz multidirecional, com luz em uma direção e sem luz. Os espécimes unidos foram seccionados perpendicularmente ao longo eixo da raiz em fatias de aproximadamente 0,7mm de espessura, dentro dos dois terços da raiz a partir do limite coroa/raiz, e preparados para teste de adesão por microtração. A dureza Knoop dos

cimentos também foi avaliada. Em cada método para os dois cimentos resinosos duais não houve diferença significativa entre os valores de resistência à microtração entre a região de terço coronário e médio da raiz. O efeito do método de polimerização na resistência de união e dureza Knoop foi dependente do material.

Osyesil et al.⁴⁴, 2004, avaliaram o grau de eficiência na polimerização de um cimento resinoso sob uma simulação de restauração de cerâmica, utilizando três fontes de luz. Para isso foram utilizadas luz halógena convencional Hilux 550 (Firt Medica), luz de arco de plasma PAC System (American Dental Technologies) e luz halógena de alta intensidade Optilux 501 (Kerr) para polimerizar o cimento Varilink II (Ivoclar Vivadent) com e sem catalizador. Um bloco de cerâmica prensada Empress II (Ivoclar Vivadent) medindo 5mm de diâmetro e 2mm de espessura foi colocado entre a ponta do fotopolimerizador e o cimento resinoso. O conjunto cimento/cerâmica foi submetido a dois diferentes protocolos de tempo de polimerização para cada fonte de luz: 20 ou 40s para luz halógena convencional, 3 ou 6s para luz de arco de plasma e 10 ou 20s para luz halógena de alta intensidade. O espectroscópio de Fourier (PerkinElmer, Wellesley) foi utilizado para determinar o grau de fotopolimerização através da cerâmica imediatamente após a polimerização e 24h após. O grau de conversão foi calculado como uma porcentagem da resina polimerizada nas condições experimentais em relação à maximamente polimerizada. Os dados foram analisados pela ANOVA a quatro fatores ($p=0,05$) e pelo teste t ($\alpha=0,05$) independente para detectar

diferenças entre os grupos. Os autores verificaram uma variação nos valores de grau de conversão com a fonte utilizada ($p < 0,05$), o método de polimerização ($p < 0,05$), o momento da avaliação ($p < 0,01$), e exposição a cada fonte de luz ($p < 0,01$). Observou-se também significativa interação entre fonte de luz e tipo de polimerização ($p = 0,00$), fonte de luz e momento da avaliação ($p = 0,007$), tipo de polimerização e momento da avaliação ($p = 0,004$). Os valores de grau de conversão foram significativamente mais elevados em cimento dual após 24h ($p < 0,01$), mas não houve diferença em espécimes fotopolimerizados, após 24h ($p < 0,01$). Os valores mais baixos ($p < 0,05$) foram encontrados quando o cimento de polimerização dual foi fotopolimerizado pela luz halógena convencional e a avaliada imediatamente ($31,7 \pm 7,76$). Os valores de grau de conversão foram significativamente maiores ($p < 0,05$) com a polimerização dual pela luz halógena de alta intensidade e após 24h ($65,06 \pm 8,14$). Os autores concluíram que o grau de conversão mais elevado do cimento resinoso foi conseguido utilizando-se luz halógena de alta intensidade. A luz de arco de plasma atingiu uma polimerização similar à obtida com a luz halógena convencional, porém em tempo menor.

Rasetto et al.⁵⁴, 2004, mediram a transmissão de luz de diferentes materiais cerâmicos para facetas. As intensidades de luz de três diferentes fontes: luz halógena convencional, 3M Unitek; arco de plasma, Apollo 95E (Dental Medical Diagnostic Systems Inc.) e halógena de alta intensidade, Kreativ 200 (Kreativ Inc) foram medidas por um radiômetro Cure Lite (EFOS Inc), cujos valores foram de

660mW/cm², 1050mW/cm² e 2475mW/cm², respectivamente. As intensidades de luz em mW/cm² dessas fontes foram medidas também através de *copings* de Procera (Nobel Biocare) de 0,25mm, 0,4mm, e 0,6mm de espessura e discos de 1mm de porcelana feldspática Ceramco II (Dentsply Ceramco), porcelana aluminizada Vitadur Alpha (Vident Inc), e cerâmica fundida prensada IPS Empress (Ivoclar). Foram confeccionados dois discos de cada material que foram comparadas quanto à transmissão de luz com a da porcelana aluminizada Procera, com aplicação de porcelana de revestimento Allceram, na espessura recomendada para aplicação clínica. Os valores das intensidades de luz foram submetidas à ANOVA e teste de Scheffé com $\alpha=0,05$. A média dos valores e (\pm desvio padrão) de transmissão de luz em mW/cm² através de *copings* Procera com espessuras de 0,25mm, 0,40mm e 0,60mm respectivamente foram: para o arco de plasma (1083 \pm 117 843 \pm 59 e 593 \pm 132); para a luz halógena de alta intensidade (425 \pm 41 345 \pm 74 e 256 \pm 72); para a luz halógena convencional (270 \pm 132 230 \pm 48 e 180 \pm 113). Somente as fontes de luz de arco de plasma e a halógena de alta intensidade emitiram luz com energia suficiente para produzir polimerização de cimento resinoso através de *copings* Procera (p=0,045). Os autores concluíram que a intensidade de luz transmitida através das facetas de cerâmica foi influenciada pelas fontes de luz, tipo e espessura de cerâmica. Além disso, acrescentaram que a luz halógena convencional pode ser insuficiente para produzir adequada polimerização do cimento através de facetas espessas ou coroas cerâmicas.

Um estudo de Tashiro et al.⁶³, 2004, estudaram a influência da intensidade de luz, do tempo de exposição e espessura da restauração indireta de resina composta na resistência adesiva de um cimento resinoso dual imediatamente após a cimentação aplicando a técnica *resin coating*. Foram confeccionados 340 blocos de resina composta Filtek Z250 (3M), preparados como superfície adesiva. Além disso, foram preparados discos de resina composta para restauração indireta, Estenia (Kuraray) em quatro espessuras (1, 2, 3 e 4mm). Uma resina composta de baixa viscosidade Filtek-Flow (3M) foi aplicada sobre as superfícies dos blocos de resina composta e estes foram imersos em água por 24h. Após a imersão, um cimento resinoso dual, Rely X Arc (3M) foi aplicado à superfície adesiva e o disco de resina para restauração indireta foi colocado sobre ela. A fotopolimerização do cimento através dos discos de resina composta de diferentes espessuras foi realizada com fonte de luz halógena convencional, XL300 (3M) por 40s, e alta intensidade, Credi 8000 (3M) por 10, 20 e 40s. Os espécimes foram armazenados em água a 37°C por 10min ou 20h e a resistência adesiva foi medida numa máquina de teste AG500B (Shimadzu). Para a resina composta de 1mm, não houve diferença na resistência adesiva entre 10min e 24h após a cimentação com os quatro métodos de polimerização. Para a espessura 3mm ou 4mm, a resistência adesiva 24h após a cimentação foi significativamente superior que 10min após a cimentação com luz halógena convencional (40s) e com alta intensidade por 10 e 20s, mas não houve diferença significativa com luz de alta intensidade aplicada

por 40s. Os autores concluíram que a resistência adesiva do cimento resinoso dual imediatamente após a cimentação poderia ser intensamente influenciada pelo tempo de irradiação, pois afeta diretamente a intensidade da luz que penetra pela restauração indireta de resina composta.

Usumeze et al.⁶⁶, 2004, avaliaram a eficiência de duas fontes de luz para polimerizar um cimento resinoso dual através de faceta laminada de porcelana. Para isso foram utilizados vinte incisivos centrais hígidos extraídos de humanos. Os dentes foram seccionados 2mm abaixo da junção amelo cementária e a parte coronária foi embutida em resina acrílica autopolimerizável pela face palatina do dente mantendo-se livre a face vestibular. Foi realizado preparo para faceta em cada um dos dentes e a faceta foi confeccionada em porcelana IPS Empress II (Ivoclar). Cada faceta foi cimentada ao dente correspondente com cimento Variolink II (Vivadent). Os dentes foram divididos em dois grupos de 10. Em um grupo cada combinação cimento resinoso/faceta foi submetida à polimerização com fonte de luz halógena convencional, Hilux 350 (Express Dental Products), e outro foi polimerizado com fonte de luz de arco de plasma (Power PAC, ADT). Após a polimerização cada dente foi seccionado e preparado em forma de dois palitos, cujas medidas foram 1,2 x 1,2 x 5mm. Os palitos foram submetidos aos testes de microtração e os valores de fratura foram registrados. Diferenças estatisticamente significantes foram encontradas entre a resistência de união das facetas submetidas à fonte de luz

convencional e as polimerizadas com arco de plasma ($p < 0,001$). Os autores verificaram que as amostras polimerizadas com luz halógena convencional mostraram melhor resistência de união e concluíram que a eficiência de polimerização da luz de arco de plasma através da cerâmica foi inferior à da luz convencional para o tempo de exposição empregado nesse estudo.

Piwowarczyk et al.⁴⁹, 2005, estudaram a resistência de adesão ao cisalhamento de 11 cimentos de diferentes classes de materiais à superfície de cerâmica de Zircônia, manufaturada e pré-tratada (Lava: 97% ZrO₂, estabilizada com 3% Y2O₃). Adicionalmente, foi testada a influência do método de polimerização na resistência da adesão ao cisalhamento. Os cimentos avaliados foram: a) um cimento de fosfato de Zn (Flecks); dois cimentos de ionômero de vidro convencionais (Fuji I, Ketac Cem); c) três cimentos de ionomero de vidro resina-modificados (Fuji Plus, Fuji Cem, Rely X Luting), d) quatro cimentos resinosos duais convencionais (Rely X Arc, Panavia F, Variolink II, Compolute); um cimento resinoso dual, autoadesivo (Rely X Unicem). A superfície de cerâmica foi jateada com alumina de granulação de 100µm ou coberta com sílica. Após procedimento de adesão, um grupo foi testado após 30min (tempo 1); outro grupo foi armazenado em água destilada a 37°C por 14 dias e subsequentemente termociclado 1000 vezes (tempo 2). A análise estatística foi realizada por modelo de ANOVA multifatorial com interações. Para a comparação múltipla foi utilizado o teste de Tukey. Após o jateamento, foi obtido o maior valor de resistência ao

cisalhamento para o cimento resinoso autoadesivo com 9,7MPa (Tempo 1) e 12,7MPa (Tempo 2) respectivamente. Quando se utilizou o sistema Rocatec, o maior valor foi obtido no Variolink II com 15MPa (tempo 1) e no cimento resinoso autoadesivo com 19,9MPa (tempo 2).

Papazoglou et al.⁴⁶, 2006, estudaram a influência do modo de polimerização do cimento (Dual vs Fotopolimerizável). O grau de fotopolimerização de um cimento resinoso (Calibra – Caulk Dentsply) através de cerâmica ou resina composta foi avaliado por análise de espectroscopia infravermelha. Uma camada de 0,5mm de cimento foi fotopolimerizada por 40s através de 2mm de espessura de cerâmica Empress II (Ivoclar) e Vitadur Alpha (Vident) e resina composta processada laboratorialmente, Sinfony (3M Espe). O sistema dual polimerizou melhor que o fotopolimerizável. A fotopolimerização de cimento resinoso através de materiais translúcidos reduziu a eficácia de polimerização para os dois modos: a resina composta induziu um efeito mais negativo que as duas cerâmicas testadas. Os autores concluíram que o modo de polimerização e a fotopolimerização de cimento resinoso dual através de materiais restauradores estéticos influem na quantidade de ligações duplas de carbono remanescentes.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar por meio de ensaios de microdureza, grau de polimerização de quatro marcas comerciais de cimentos resinosos duais fotopolimerizados através da interposição de quatro diferentes barreiras utilizadas na confecção de restaurações estéticas indiretas e de um fragmento dental, considerando-se como controle a não utilização de barreira, em três períodos de avaliação.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Delineamento experimental

Neste estudo, foram utilizadas quatro marcas comerciais de cimentos resinosos duais: Enforce (Dentsply), Bistite II (Tokuyama Dental Corp), Rely X ARC (3M ESPE), Variolink II (Ivoclar Vivadent). Os corpos-de-prova, num total de 288, foram obtidos com cada cimento sob diferentes condições experimentais. No grupo G1 designado como controle, nenhuma barreira foi utilizada. Do G2 ao G6, o cimento foi fotopolimerizado através da interposição das respectivas barreiras: Resina composta Cesead, InCeram alumina/Allceram, IPS Empress, InCeram zircônia/Allceram e fragmento dental (dentina/esmalte). Os corpos-de-prova obtidos foram submetidos ao teste de microdureza em três períodos de avaliação, e os valores médios de microdureza (HV) foram analisados estatisticamente. O delineamento experimental está representado esquematicamente nas figuras 1 e 2.

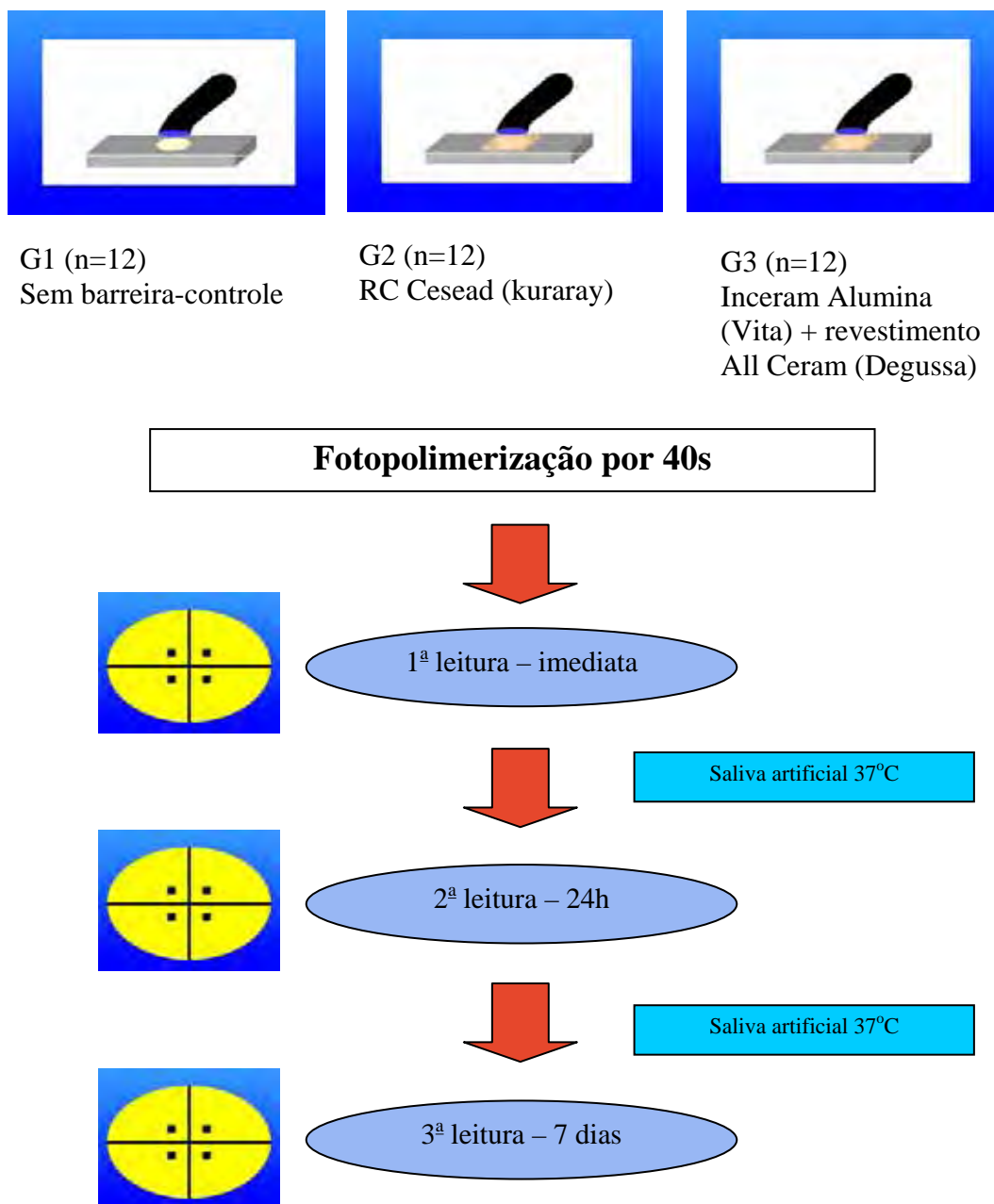


Figura 1 - Esquema do delineamento experimental (G1, G2, G3)

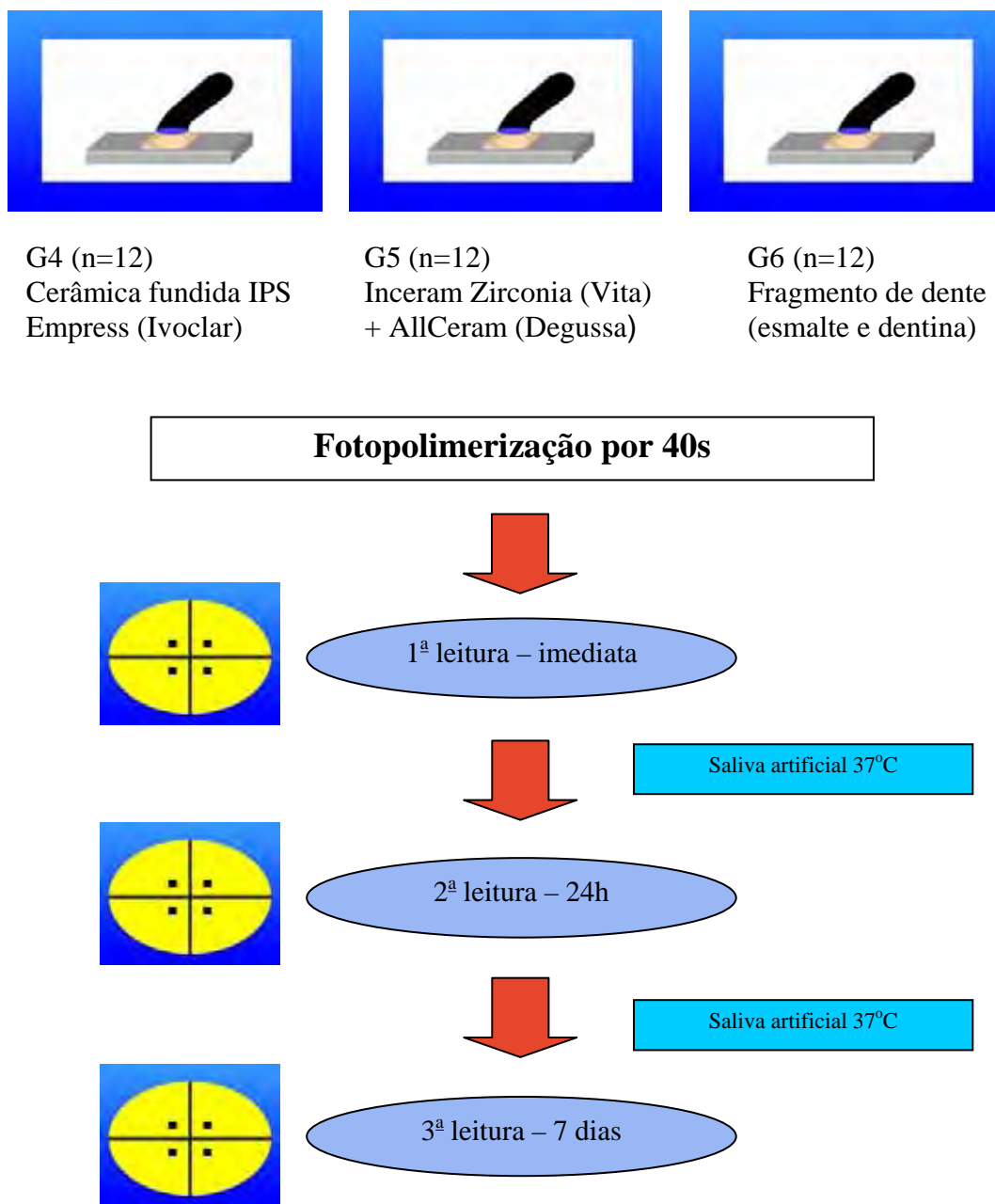























Figura 2 - Esquema do delineamento experimental (G4, G5, G6)

Quadro 1 - Materiais utilizados

MATERIAL	PRODUTO	FABRICANTE
Cimento resinoso dual	Enforce	Dentsply
Cimento resinoso dual	Bistite II	Tokuyama Dental Corp.
Cimento resinoso dual	RelyX ARC	3M ESPE
Cimento resinoso dual	Variolink II	Ivoclar Vivadent
Resina composta	Cesead	Kuraray Dental
Cerâmica	Inceram alumina	Vita
Cerâmica de revestimento	AllCeram	Degussa Dental
Cerâmica	IPS Empress	Ivoclar Vivadent
Cerâmica	Inceram Zirconia	Vita
Fonte de luz halógena convencional	Optilux 401	Demetron Corp.

Quadro 2 - Combinação cimento / barreira utilizada

Barreira Cimento	Sem barreira	Cesead	Inceram alumina/ Allceram	Empress	Inceram/ Zirconia Allceram	Dente
Enforce						
Bistite II						
RelyX ARC						
Variolink II						

As barreiras para a interposição entre o cimento resinoso e a fonte de luz utilizada na fotopolimerização dos corpos-de-prova, foram confeccionadas em laboratório comercial, cujo processamento simulou o da confecção de uma restauração indireta. Essas barreiras, de forma quadrangular, medindo 7mm x 7mm e 2 mm de espessura, foram feitas na cor A3, sendo uma de cada material: a) resina composta indireta, Cesead (Kuraray Dental); b) cerâmica Inceram Alumina (Vita) com revestimento AllCeram (Degussa Dental); c) cerâmica de vidro IPS Empress (Ivoclar Vivadent); d) cerâmica Inceram Zircônia (Vita) com revestimento AllCeram (Degussa Dental); e) fragmento dental (esmalte e dentina) na mesma espessura, obtido por meio de desgaste da porção coronária vestibular de um terceiro molar inferior hígido, extraído por indicação ortodôntica. (Figura 3).



Figura 3 - Barreiras para interposição, seqüência da esquerda para a direita: Resina composta, Cesead; Inceram alumina/AllCeram; IPS Empress; Inceram zirconia/AllCeram; fragmento dental.

4.2 Matriz

Os corpos-de-prova foram obtidos empregando-se uma matriz idealizada e confeccionada especialmente para este trabalho. A matriz foi composta de três partes: um bloco de resina acrílica (Figura 4a), uma parte intermediária bipartida de teflon (Figura 4b), que pode ser considerada a matriz propriamente dita, e um trilho metálico de alumínio (Figura 4c) pelo qual foram mantidas as outras duas partes da matriz, durante a confecção dos corpos-de-prova. O bloco de resina acrílica foi confeccionado na cor preta de forma retangular cujas medidas foram de 30mm de comprimento, 15mm de largura e 10mm de espessura. Cada bloco teve na linha média do longo eixo da sua maior superfície, quatro cavidades circulares de 3mm diâmetro por 2mm de profundidade e equidistantes. A matriz de teflon com 2mm de espessura, bipartida foi feita para cobrir o bloco de resina acrílica pelas superfícies laterais maiores. A junção das duas partes de teflon formou cavidades circulares de 3mm de diâmetro por 2mm de profundidade, coincidentes com as do bloco de resina, formando uma só cavidade, onde foi inserido e polimerizado o cimento resinoso dual (Figura 4d). Foram confeccionados 72 blocos de resina, totalizando-se 288 corpos de prova. O trilho metálico teve a função de manter em posição as partes de teflon sobre o bloco de resina acrílica durante a inserção e fotopolimerização do cimento resinoso dual (Figura 4e e 4f).

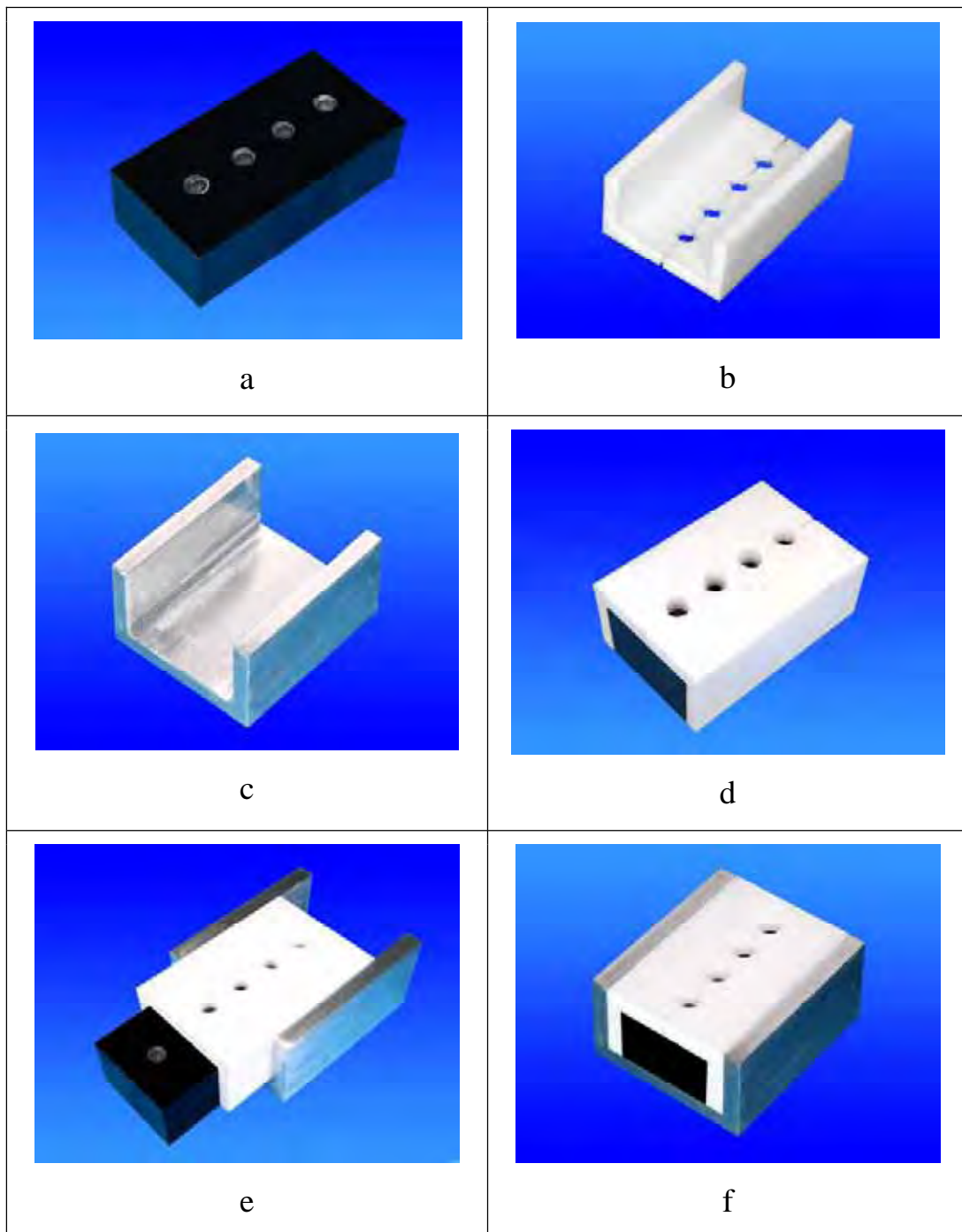


Figura 4 - Composição da matriz: a) bloco de resina acrílica; b) matriz de teflon; c) trilho metálico; d) teflon sobre o bloco de resina acrílica; e) montagem da matriz; f) matriz pronta para a inserção do cimento.

4.3 Obtenção dos corpos-de-prova

Todos os materiais foram proporcionados e manipulados de acordo com as recomendações de seus fabricantes. O cimento espatulado foi inserido na cavidade da matriz por meio de uma espátula de inserção e fotopolimerizado em dois incrementos: o primeiro na porção correspondente à cavidade do bloco de acrílico, objetivou a retenção do disco de cimento neste e o segundo incremento inserido na espessura da matriz de teflon, teve a sua superfície submetida aos ensaios de microdureza (Figura 5a). A fotopolimerização do primeiro incremento foi realizada sem barreira.

Após a inserção do segundo incremento do cimento, foi posicionada sobre o mesmo, uma tira de poliéster (3M), que foi mantida sob pressão com auxílio de uma lamínula para microscopia (GlassTécnica), durante a fotopolimerização. A barreira utilizada foi então posicionada sobre a lamínula e o cimento foi fotopolimerizado através dessa barreira.

Os corpos-de-prova foram submetidos à fotopolimerização em aparelho de luz halógena convencional Optilux 401 (Demetron) com intensidade de 650 mW/cm^2 por 40s e em contato. Durante a fotopolimerização de um disco os demais foram protegidos da irradiação pela luz, por um dispositivo de papel cartão na cor preta (Figuras 5b, 5c e 5d).

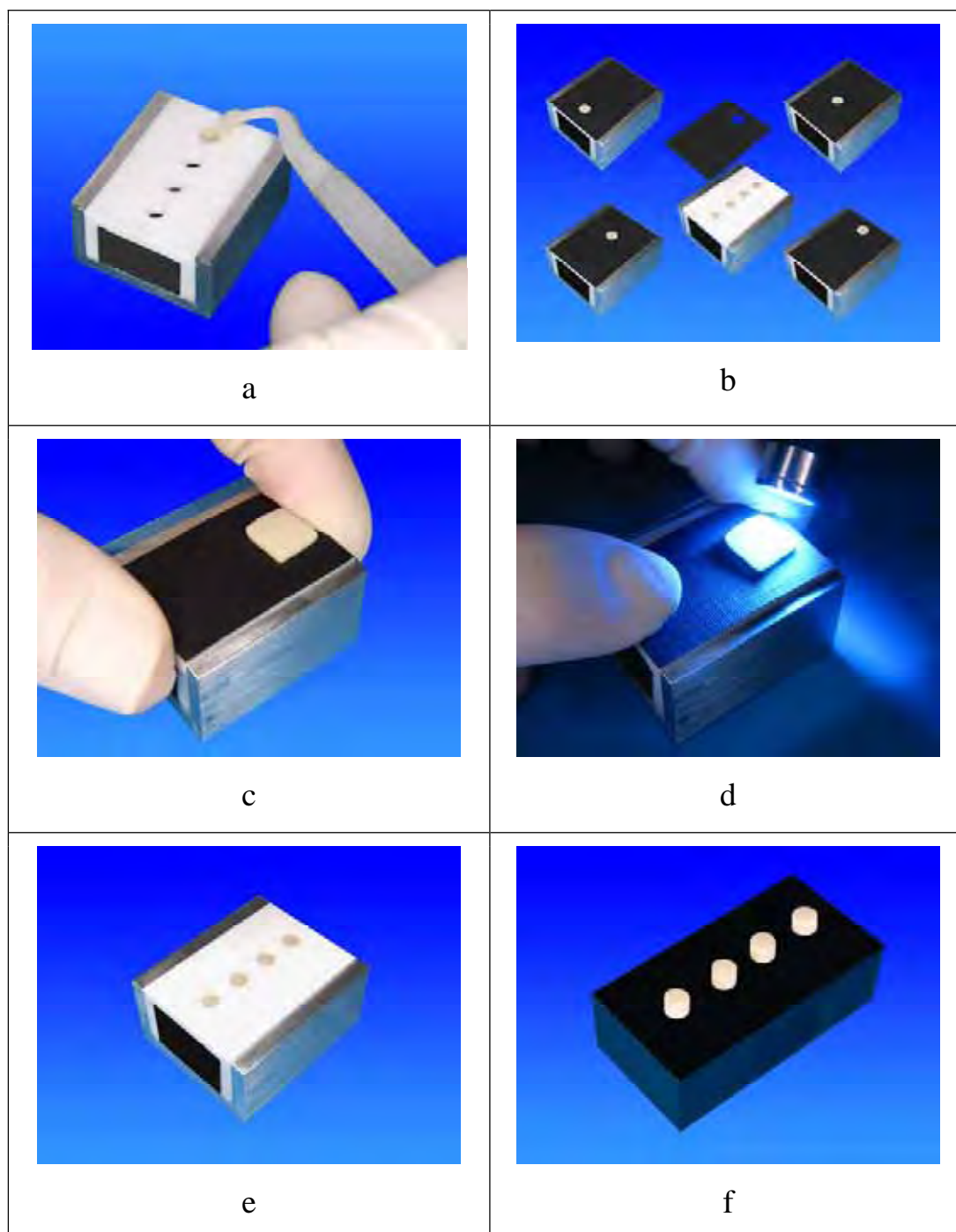


Figura 5 - Obtenção dos corpos-de-prova: a) inserção do cimento na matriz; b) dispositivos para delimitação da área a ser fotopolimerizada; c) sobreposição da barreira; d) fotopolimerização do corpo-de-prova; e) matriz com corpos-de-prova; f) corpos-de-prova em bloco de acrílico.

Após a polimerização, os blocos de acrílico com os discos de cimento resinoso (corpos-de-prova) foram removidos da matriz, identificados e submetidos ao primeiro ensaio de microdureza, ou ensaio imediato.

4.4 Teste de Microdureza

Para a avaliação da microdureza, em cada corpo-de-prova foram traçadas duas diagonais, com o auxílio de uma lâmina de bisturi nº 11, dividindo a superfície em quatro quadrantes. A seguir foram submetidos aos ensaios em um microdurômetro, Microhardness Tester FM – 700 (Future-Tech Corp. Tóquio, Japan) (Figura 6) equipado com diamante Vickers.



Figura 6 - Microdurômetro (Microhardness Tester FM 700)

O teste de dureza Vickers aplicado, obedece à Norma Brasileira: NBR-6672.

O princípio do método aplicado no ensaio de microdureza consiste na aplicação de uma carga pré-estabelecida pela qual força-se um penetrador de forma e dimensões conhecidas sobre a superfície do material a testar.

No ensaio de dureza Vickers, o penetrador é uma pirâmide de diamante de base quadrada com um ângulo de 136° entre as faces opostas. A forma de impressão é a de um losango regular, cujas diagonais são medidas com precisão milesimal, por um microscópio acoplado à máquina (Figura 7).

O valor da dureza (carga/área da superfície piramidal) é dado em HV ou em Kgf/mm^2 ou N/mm^2 . Neste trabalho, foi aplicada uma carga de 50gf por 15s e os valores foram convertidos e fornecidos em HV pelo próprio aparelho.

Em cada corpo-de-prova foram realizadas quatro leituras, uma em cada quadrante, com o objetivo de compensar a variabilidade das medidas. A média desses valores foi utilizada para a análise estatística.

Realizada a leitura imediata, os corpos-de-prova foram armazenados em saliva artificial na ausência de luz, em estufa bacteriológica a 37°C até a realização dos testes de microdureza superficiais subsequentes, que foram realizados aplicando-se o mesmo método, após 24 horas (2ª leitura) e 7 dias (3ª leitura).

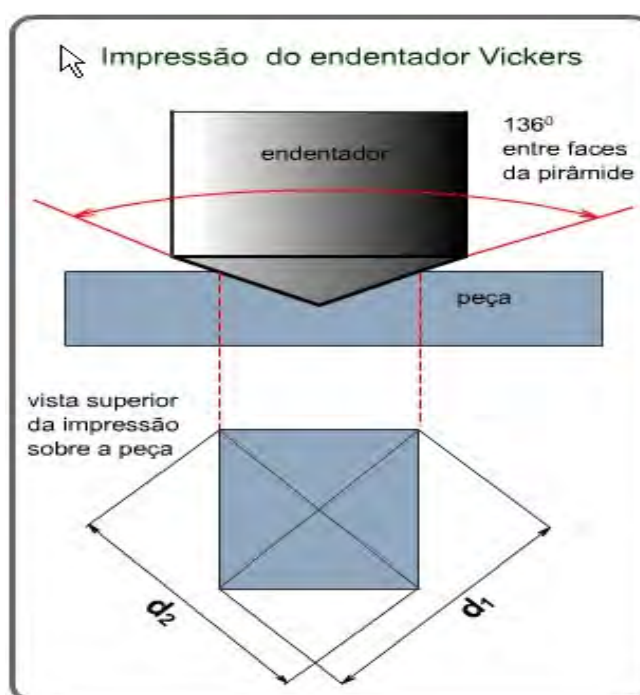


Figura 7 - Representação gráfica de um indutor Vickers

4.5 Análise estatística

Neste estudo avaliou-se a microdureza superficial de quatro marcas comerciais de cimento resinoso dual. Em cada condição experimental utilizou-se da interposição de um tipo de barreira durante a fotoativação do cimento. A condição de não utilização de barreira foi designada grupo controle. As interposições de barreiras mistas confeccionadas em Inceram alumina/Allceram e Inceram zircônia/Allceram resultaram em corpos-de-prova que na sua maioria não permitiram as leituras nas endentações do microdurômetro porque não ofereceram dureza suficiente. Assim, esses grupos não foram analisados estatisticamente embora os corpos-de-prova tenham sido confeccionados, submetidos aos diferentes tempos de armazenamento e à avaliação em microdurômetro como os dos demais grupos.

4.6 Delineamento estatístico

Com o objetivo de analisar as influências das barreiras e dos tempos na resistência à endentação no cimento resinoso foi delineado um experimento que segue um esquema fatorial (4x4x3), totalizando 48 condições experimentais sob 12 repetições.

Neste estudo, cuja unidade experimental é o bloco cilíndrico de cimento resinoso, três variáveis independentes (ou

experimentais) são consideradas: cimento resinoso, barreira e o tempo. O primeiro fator relativo à marca comercial de cimento resinoso apresenta quatro tipos de categoria ou níveis que são os diferentes materiais utilizados: Bistite II, Enforce, Rely X ARC e Variolink II. O segundo fator relativo à barreira apresenta quatro níveis: sem barreira, Cesead, Empress e fragmento dental. O terceiro fator relativo ao tempo apresenta três níveis: imediato, 24h e 7 dias.

A variável dependente (ou resposta) foi a resistência à penetração, medida operacionalmente por meio do teste microdureza superficial (HV).

O valor de microdureza considerado na análise estatística foi o valor médio das quatro leituras em cada corpo-de-prova.

As condições experimentais foram estabelecidas pelos fatores cimento, barreira e tempo.

4.7 Análise de dados

Obteve-se 576 dados que foram submetidos à análise estatística por meio dos programas computacionais: STATISTIX for Windows (Analytical Software, Inc., versão 8.0, 2003), MINITAB

(Minitab, version 14.12, 2004) e STATISTICA (StatSoft, version 5.5, 2000).

- A estatística descritiva consistiu no cálculo de médias e desvio padrão.
- A estatística inferencial consistiu nos testes: análise de variância de medidas repetidas (a variável tempo como fator repetido) e teste de comparação múltipla de Tukey.
- O estudo do efeito interação foi conduzido por meio do gráfico de médias.
- O nível de significância escolhido foi o valor convencional de 5%.

5 RESULTADOS

5.1 Análise estatística

Neste item os dados♣ obtidos nos ensaios de microdureza foram apresentados em três partes.

- Imediata
- Após 24 horas
- Após 7 dias

Na estatística descritiva, os dados obtidos e a estatística descritiva segundo as condições experimentais, foram apresentados em tabelas (Tabelas 1, 2 e 3) ♣.

Na representação gráfica, foram consideradas em cada tempo de avaliação, as relações entre o cimento e a condição barreira utilizada.

* os dados encontram-se no Apêndice

O estudo do relacionamento entre os cimentos resinosos e as barreiras utilizadas com inferência estatística, foi apresentado separadamente para os períodos de avaliação: imediata, 24 horas e 7 dias.

Os Gráficos de colunas (média±desvio padrão) dos valores de microdureza (HV), foram obtidos segundo as condições experimentais estabelecidas pelas variáveis: cimento e barreiras.

Tabela 1 - Médias de microdureza (HV) dos Cimentos obtidos na avaliação imediata - 1ª leitura

Barreiras	Cimentos resinosos duais				Linha (média±dp)
	Bistite II	Enforce	RelyX ARC	Variolink II	
Sem	69,91±3,59	44,23±2,23	42,19±3,31	41,73±3,07	48,73±12,81
Frag. Dental	51,73±7,52	31,65±3,04	39,03±2,67	35,52±2,69	40,27±8,88
Cesead	28,47±10,68	29,60±3,79	39,20±3,29	30,54±2,83	31,95±7,27
Empress	35,33±8,39	35,33±5,69	37,68±3,49	30,33±5,44	34,67±6,42
Coluna (média±dp)	46,36±17,92	35,20±6,80	39,53±3,52	34,53±5,90	38,90±11,15

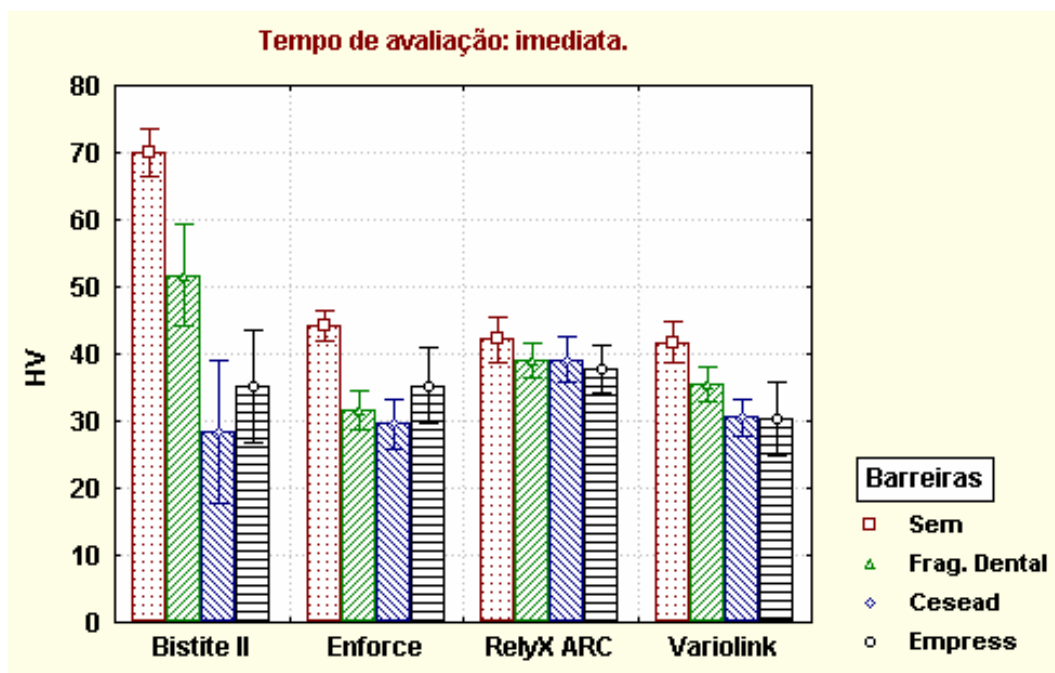


Figura 8 - Gráfico da microdureza (HV) dos cimentos com barreiras - Avaliação imediata - 1ª leitura

Na avaliação imediata, o cimento Bistite II apresentou maiores médias de microdureza nas condições Sem Barreira (69,91 HV) e com Fragmento Dental (51,73 HV), e a maior média total (46,36 HV). Porém, teve os maiores desvios padrões em todas as condições de barreiras. Pode-se destacar ainda seu comportamento instável nas variadas condições experimentais às quais foi submetida, apresentando desvio padrão de 17,92.

Já os cimentos Enforce e Variolink apresentaram os menores valores médios, respectivamente 35,20 HV e 34,53 HV. Seus desvios padrões são medianos, destacando-se o desvio padrão do cimento Enforce no caso Sem Barreira (2,23) e do Variolink no caso Cesead (2,83).

O cimento RelyX ARC teve o menor desvio padrão geral (3,52); ou seja, teve comportamento mais estável. Além disso, o cimento RelyX ARC teve as maiores médias nas condições Cesead (39,20 HV) e Empress (37,68 HV) e segunda maior em Fragmento Dental (39,03 HV).

Na avaliação imediata, a interposição de resina composta Cesead foi o fator que mais influenciou na redução da microdureza, onde a média da microdureza do Controle (Sem Barreira) diminuiu de 48,73 HV para 31,95 HV, apresentado pela média da interposição da RC Cesead.

Tabela 2 - Valores médios de microdureza (HV) dos cimentos obtidos na aviação após 24h - 2ª leitura.

Barreiras	Cimentos resinosos duais				Linha (média±dp)
	Bistite II	Enforce	RelyX ARC	Variolink II	
Sem	73,89±2,85	49,68±3,19	39,35±4,85	43,60±5,13	51,40±14,13
Frag. Dental	54,73±7,39	38,64±5,45	38,42±1,91	35,69±3,36	42,10±9,17
Cesead	36,07±8,50	29,13±7,08	36,90±2,62	33,00±2,01	33,78±6,38
Empress	40,46±5,41	30,30±4,78	36,83±4,18	35,63±3,12	35,80±5,67
Coluna (média±dp)	51,29±16,15	36,94±9,77	37,88±3,63	36,98±5,31	40,77±11,62

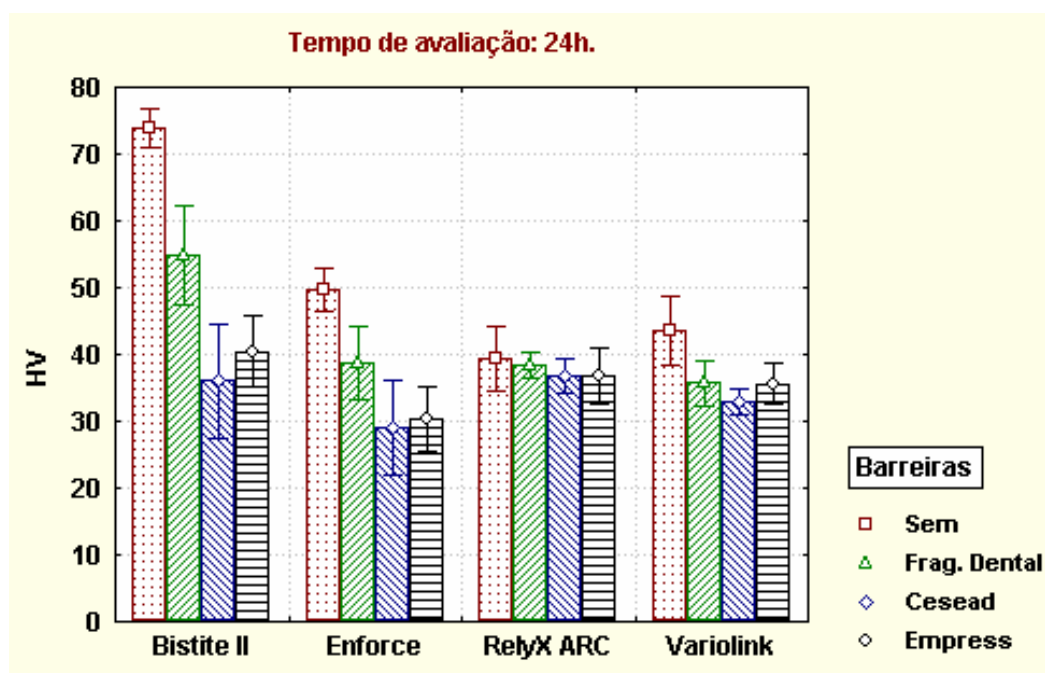


Figura 9 - Gráfico da microdureza (HV) dos cimentos com barreiras – Após 24h - 2ª leitura.

Na avaliação após 24h (2ª leitura), o cimento Bistite II teve a maior média total (51,29 HV), as maiores médias nas condições Sem Barreira (73,89 HV), Fragmento Dental (54,73 HV) e Empress (40,46 HV) e a segunda maior média da condição Cesead (36,07 HV). Bistite II também teve o maior desvio padrão total (16,15) e maiores desvios padrões nas condições Fragmento Dental (7,39), Cesead (8,50) e Empress (5,41). Apesar dos seus altos índices de desvio padrão, Bistite II apresentou o menor desvio padrão na condição Sem Barreira.

Os demais cimentos obtiveram médias totais semelhantes. O cimento Enforce apresentou média total de 36,94 HV e as menores médias com interposição de Cesead (29,13 HV) e Empress (30,30 HV). A média total do cimento Variolink foi de 36,98 HV. Este cimento também apresentou a menor média da condição Fragmento Dental (35,69 HV) e os menores desvios padrões dos casos Cesead (2,01) e Empress (3,12).

O cimento RelyX ARC teve maior média de microdureza da condição Cesead (36,90 HV), próximo ao valor de HV do cimento Bistite II da mesma condição), menor desvio padrão total (3,63) e menor desvio padrão da condição Fragmento Dental (1,91).

A resina Cesead reduziu a média de microdureza da condição sem barreira de 51,40 HV para 33,78 HV e sendo assim a barreira mais influente na redução da microdureza no período de 24h.

Tabela 3 - Valores médios de microdureza (HV) dos cimentos obtidos na avaliação após 7 dias - 3ª leitura .

Barreiras	Cimentos resinosos duais				Linha (média±dp)
	Bistite II	Enforce	RelyX ARC	Variolink II	
Sem	64,72±4,10	49,53±3,47	37,95±4,44	42,54±3,11	48,23±11,22
Frag. Dental	49,14±6,51	39,58±3,41	36,11±2,31	35,03±2,39	40,42±6,87
Cesead	32,15±6,79	28,48±4,99	37,50±2,69	28,50±2,62	31,66±5,82
Empress	37,53±8,92	34,84±2,65	34,95±2,17	33,68±3,21	35,25±5,08
Coluna (média±dp)	45,88±14,23	38,11±8,56	36,63±3,17	34,94±5,78	38,89±9,81

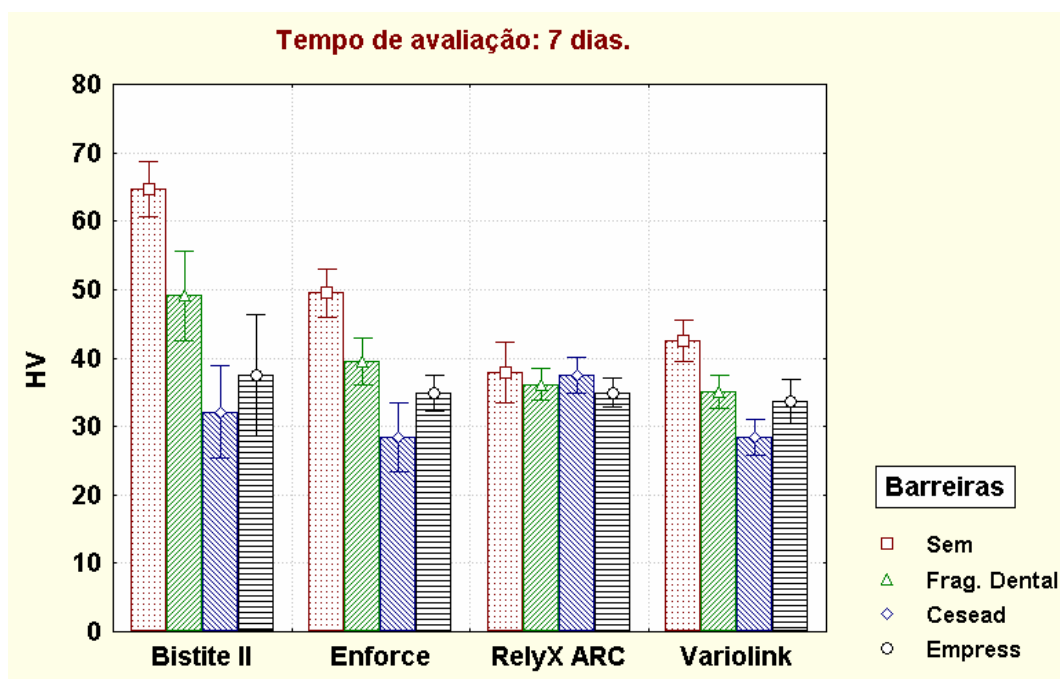


Figura 10 - Gráfico da microdureza (HV) dos cimentos com barreiras – Avaliação após 7 dias - 3ª leitura.

Na avaliação após sete dias, Bistite II teve a maior média total (45,88 HV) e as maiores médias totais das condições Sem

Barreira (64,72 HV), Fragmento Dental (49,14) e Empress (37,53 HV). Este cimento também apresentou o maior desvio padrão médio total (14,23) e os maiores desvios padrões médios das situações condicionais Fragmento Dental (6,51), Cesead (6,79) e Empress (8,92).

No mesmo tempo de avaliação, o cimento RelyX ARC teve maior média de microdureza da condição Cesead (37,50 HV) e menor da condição Sem Barreira (37,95). RelyX ARC teve o menor desvio padrão total, com 3,17 e menores desvios padrões das condições Fragmento Dental (2,31 HV), resina Cesead (2,69 HV) e Empress (2,17 HV).

O cimento Variolink apresentou a menor média total de microdureza (34,94 HV), as menores médias nas condições Fragmento Dental (35,03 HV) e Empress (33,68 HV) e a segunda menor média da condição Cesead (28,50 HV). Quanto ao desvio padrão, Variolink teve o menor valor na condição Sem Barreira (3,11).

O cimento Enforce teve o menor valor médio de microdureza com barreira Cesead (28,48 HV).

Neste tempo de avaliação, a resina Cesead foi a barreira que mais reduziu a média de microdureza, de 48,23 HV da condição Sem Barreira para 31,66 HV.

A seguir, as médias dos valores de microdureza foram submetidos ao teste estatístico da análise de variância (ANOVA de medidas repetidas), para que fossem avaliadas as variáveis: cimento resinoso, barreira e tempo de armazenamento.

Tabela 4 - Resultados ANOVA (medidas repetidas) para os três fatores em estudo

Fonte de variação	gl	SQ	QM	F	p
Cimentos (A)	3	13759,5	4586,51	156,21	0,0001*
Barreiras (B)	3	24296,9	8098,98	275,84	0,0001*
A x B	9	15578,8	1730,97	58,95	0,0001*
Resíduo I	176	5167,5	29,36		
Tempo (T)	2	449,5	224,76	11,39	0,0001*
Cimentos x Tempo	6	983,5	163,91	8,31	0,0001*
Barreiras x Tempo	6	86,4	14,40	0,73	0,6260
A x B x Tempo	18	1124,7	62,49	3,17	0,0001*
Resíduo II	352	6946,5	19,73		
Total	575	6946,5	19,73		

*p<0,05

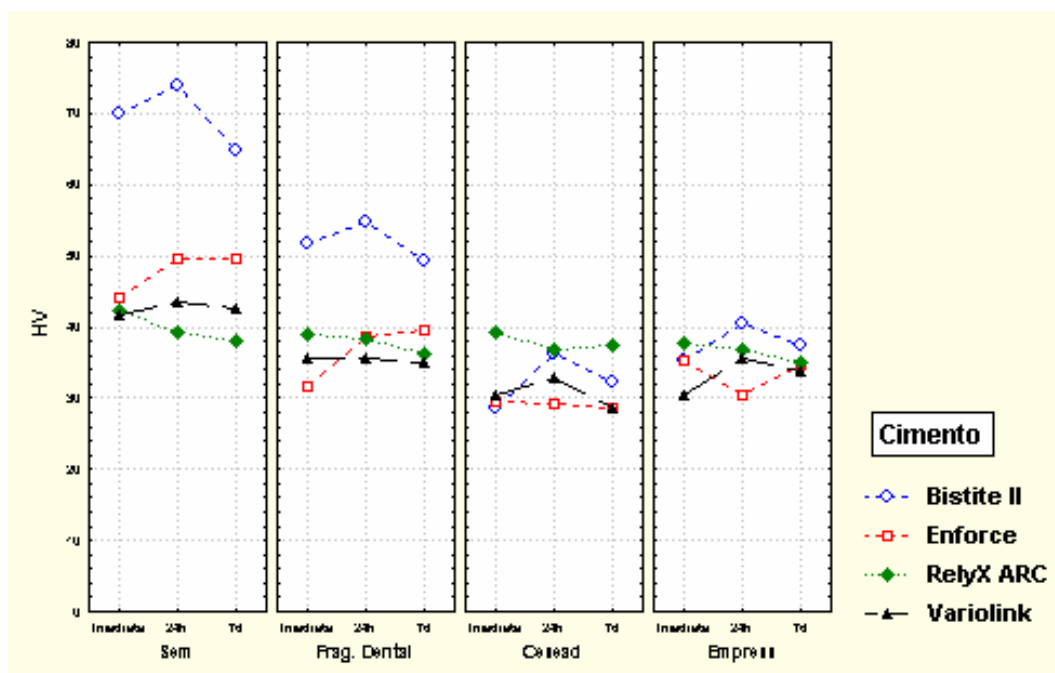


Figura 11 - Gráfico das médias das microdurezas (HV) dos cimentos em função dos tempos de avaliação (imediate, 24h e 7 dias) para barreira utilizada (Sem Barreira, Frag. Dental, Cesead e Empress).

Analisando a condição Sem Barreiras da figura 11, verifica-se que as maiores médias das durezas são do cimento Bistite II, seguido do cimento Enforce. RelyX ARC demonstrou-se superior ao cimento Variolink numa análise momentânea (imediate), porém após 24h e 7 dias, os seus valores decresceram e tornaram-se inferiores aos de Variolink.

Na condição da barreira Fragmento Dental, Bistite II manteve as médias de valores de microdureza superiores aos demais cimentos. Neste caso, diferente do modelo Controle (Sem Barreira), o fato das médias de RelyX ARC diminuírem ao longo dos 7 dias não faz com que suas médias sejam inferiores aos do cimento Variolink

em nenhum dos 3 momentos de avaliação. Outro fato é que nesse caso, as médias do cimento Enforce aumentaram ao longo do tempo, iniciando com as menores médias na leitura imediata, apresentando média semelhante ao cimento RelyX ARC no de 24h e na avaliação dos 7 dias sua média foi inferior apenas à do Bistite II.

No subgráfico referente à barreira de resina Cesead, as maiores médias foram do cimento RelyX ARC e as menores do Enforce.

No último subgráfico, da condição Empress, na leitura imediata, RelyX ARC teve a melhor média de dureza, porém, nos períodos 24h e 7 dias, as médias do cimento Bistite II superaram os demais.

A influência das barreiras utilizadas faz com que os valores de dureza dos cimentos aproximem da faixa de valores 30-40, excetuando Bistite na condição de barreira Fragmento Dental.

As médias do cimento Bistite II alcançaram seus maiores valores na avaliação de 24h e decresceram na avaliação de 7 dias.

Os cimentos Enforce e Variolink em nenhum momento de avaliação apresentaram as maiores médias de microdureza.

O RelyX ARC, obteve diminuição nas médias dos valores de dureza da avaliação imediata para a de 7 dias em todas as condições de barreiras.

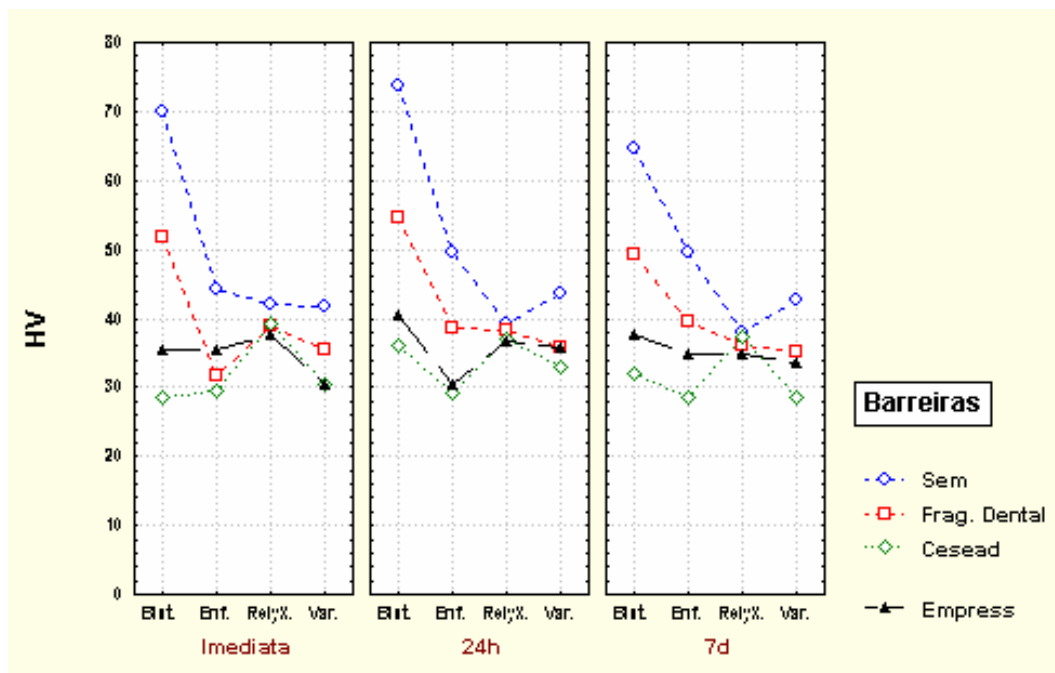


Figura 12 - Gráfico das médias das microdurezas (HV) dos cimentos em função de cada barreira utilizada nos tempos de avaliação imediata, 24h e 7 dias.

Considerando o gráfico da figura 12, o cimento Bistite II, que teve os maiores desvios padrões (17,92 - imediata, 16,15 - 24h e 14,23 aos 7 dias), apresenta o maior distanciamento dos pontos nas diferentes condições experimentais.

Por outro lado, o cimento RelyX ARC, que apresentou os menores desvios padrões (3,52 - imediata, 3,63 - 24h e 3,17 aos 7

dias), apresentou a maior concentração dos pontos nas suas médias de dureza (39,53 HV - imediata, 37,88 HV - 24h e 36,63 HV aos 7 dias), ou seja, maior estabilidade às variadas condições experimentais.

Em três momentos de avaliação (imediata, 24h, 7 dias), com quatro cimentos estudados (Bistite II, Enforce, RelyX ARC e Variolink) sob quatro condições de barreiras, há 48 (3x4x4) pontos de médias nos 3 gráficos que compõem a figura 12.

A condição Sem Barreira apresentou as doze maiores médias de dureza.

A condição Fragmento Dental apresentou nove das doze segundas maiores médias de dureza ($9/12=75\%$).

A condição Empress apresentou sete das doze terceiras maiores médias de dureza ($7/12=58,3\%$).

A condição Cesead apresentou oito das doze menores médias de dureza ($8/12=6,66\%$).

5.2 Análise de Variância e Teste de Tukey (imediate)

Tabela 5 - ANOVA para avaliação imediata

Source	DF	SS	MS	F	P
Cimentos	3	4263.7	1421.23	55.37	0.0001
Barreiras	3	8601.8	2867.27	111.72	0.0001
Cimentos*Barreiras	9	6373.2	708.13	27.59	0.0001
Error	176	4517.2	25.67		
Total	191	23755.9			

Tabela 6 - Teste de comparação múltipla de Tukey para avaliação imediata

Cimentos	Barreiras	Mean	Homogeneous Groups			
Bistite II	Sem	69.908	A			
Bistite II	Dente	51.733		B		
Bistite II	Cesead	28.467				F
Bistite II	Empress	35.333			D	E
Enforce	Sem	44.225			C	
Enforce	Dente	31.650				E
Enforce	Cesead	29.600				F
Enforce	Empress	35.333			D	E
Rely X ARC	Sem	42.192			C	D
Rely X ARC	Dente	39.033			C	D
Rely X ARC	Cesead	39.200			C	D
Rely X ARC	Empress	37.675			C	D
Variolink	Sem	41.733			C	D
Variolink	Dente	35.517				D
Variolink	Cesead	30.542				E
Variolink	Empress	30.325				F

Segundo a tabela 6 da comparação de Tukey na avaliação imediata, para o cimento Bistite, a utilização de barreiras interferiu significativamente na sua microdureza. A interposição de fragmento dental interferiu na microdureza desse cimento com diferença significativa entre as demais condições. Verificou-se semelhança nas condições de utilização de barreiras Cesead e Empress.

No cimento Enforce, a utilização de barreiras teve influência significativa na microdureza do cimento, comparado ao controle. Entretanto não houve diferença entre as barreiras utilizadas.

A microdureza do cimento RelyX ARC não teve diferença com nenhuma das barreiras utilizadas, mesmo comparada à condição de controle.

O cimento Variolink II apresentou diferença entre a condição controle e a utilização de barreiras, mas não houve diferença entre as barreiras.

5.3 Análise de Variância e Teste de Tukey (24h)

Tabela 7 - ANOVA para avaliação após 24 horas

Source	DF	SS	MS	F	P
Cimentos	3	7106.0	2368.66	99.64	0.0001
Barreiras	3	9252.9	3084.29	129.74	0.0001
Cimentos*Barreiras	9	5264.2	584.91	24.60	0.0001
Error	176	4184.1	23.77		
Total	191	25807.1			

Tabela 8 - Comparação múltipla de Tukey para avaliação após 24 horas

Cimentos	Barreiras	Mean	Homogeneous Groups							
Bistite II	Sem	73.892	A							
Bistite II	Dente	54.733		B						
Bistite II	Cesead	36.067					E	F	G	
Bistite II	Empress	44.58				D	E			
Enforce	Sem	49.683		B	C					
Enforce	Dente	38.642				D	E	F		
Enforce	Cesead	29.133								H
Enforce	Empress	30.300							G	H
Rely X ARC	Sem	39.350				D	E	F		
Rely X ARC	Dente	38.417				D	E	F		
Rely X ARC	Cesead	36.900				D	E	F	G	
Rely X ARC	Empress	36.833				D	E	F	G	
Variolink	Sem	43.600			C	D				
Variolink	Dente	35.692					E	F	G	H
Variolink	Cesead	33.000						F	G	H
Variolink	Empress	35.625					E	F	G	H

Na avaliação após 24h, para o cimento Bistite, a utilização de barreiras interferiu significativamente na sua microdureza. A interposição de fragmento dental interferiu na microdureza desse cimento com diferença significativa entre as demais condições. Verificou-se semelhança nas condições de utilização de barreiras Cesead e Empress.

No cimento Enforce, a utilização de barreiras teve influência com diferença significativa na microdureza do cimento, comparado ao controle. As interposições de barreiras de resina Cesead e Empress tiveram resultados semelhantes entre si. A interposição de fragmento dental teve diferença na microdureza comparado ao controle, mas essa diferença foi inferior às demais barreiras.

A microdureza do cimento RelyX ARC não teve diferença com nenhuma das barreiras utilizadas, mesmo comparada à da condição de controle.

O cimento Variolink II apresentou diferença entre a condição controle e a utilização de barreiras, mas não houve diferença entre as barreiras.

5.4 Análise de Variância e Teste de Tukey (7 dias)

Tabela 9 - ANOVA para avaliação após 7 dias

Source	DF	SS	MS	F	P
Cimentos	3	3373.3	1124.44	57.99	0.0001
Barreiras	3	7807.8	2602.60	134.22	0.0001
Cimentos*Barreiras	9	3787.0	420.78	21.70	0.0001
Error	176	3412.7	19.39		
Total	191	18380.8			

Tabela 10 - Comparação múltipla de Tukey para avaliação após 7 dias

Cimentos	Barreiras	Mean	Homogeneous Groups			
Bistite II	Sem	64.717	A			
Bistite II	Dente	49.142		B		
Bistite II	Cesead	32.150				E F
Bistite II	Empress	37.525			C D	E
Enforce	Sem	49.533		B		
Enforce	Dente	39.575			C D	
Enforce	Cesead	28.483				F
Enforce	Empress	34.842			D E	
Rely X ARC	Sem	37.950			C D	E
Rely X ARC	Dente	36.108			D E	
Rely X ARC	Cesead	37.500			C D	E
Rely X ARC	Empress	34.950			D E	
Variolink	Sem	42.542		C		
Variolink	Dente	35.025			D E	
Variolink	Cesead	28.500				F
Variolink	Empress	33.675			D E	F

Para a avaliação após 7 dias, o cimento Bistite teve diferença na microdureza quando polimerizado através de barreiras. As barreiras resina Cesead e Empress foram semelhantes entre si. A utilização de fragmento dental teve influência, mas os valores foram maiores.

Para o cimento Enforce, a condição de utilização de barreiras apresentou diferença em relação à de controle e a resina composta Cesead foi a que teve maior diferença na redução dos valores de microdureza. O fragmento dental e a cerâmica Empress foram semelhantes entre si.

A microdureza do cimento RelyX ARC não teve diferença com nenhuma da barreira, mesmo comparada à da condição de controle.

O Variolink II teve comportamento semelhante ao do Enforce. A condição de utilização de barreiras apresentou diferença em relação à de controle e a RC Cesead foi a que apresentou diferença nos valores de microdureza. O fragmento dental e a cerâmica Empress foram semelhantes entre si.

6 DISCUSSÃO

6.1 Do material e método

A utilização de restaurações estéticas indiretas na Odontologia, tem sido defendida como um meio para superar muitas das deficiências associadas às restaurações diretas de resina composta como: o desgaste excessivo, contatos proximais deficientes, contração de polimerização, sensibilidade pós-operatória e outras²⁰. Essas restaurações são unidas ao dente com cimento resinoso fotopolimerizável ou cimento resinoso dual. A adequada polimerização do cimento resinoso tem importância fundamental no sucesso clínico da restauração. Uma polimerização inadequada pode ocasionar a diminuição das propriedades mecânicas e falhas como o deslocamento ou a fratura da restauração⁶⁴, o aumento da citotoxicidade do cimento, falhas marginais como microinfiltração, cáries e degradação da restauração no meio bucal²¹.

Neste estudo, cimentos resinosos duais de quatro marcas comerciais (Bistite II, Enforce, RelyX ARC e Variolink II) foram fotopolimerizados através de diferentes materiais ou barreiras e avaliados por meio de ensaios de microdureza. Os valores de dureza da matriz resinosa polimerizada refletem o grau de conversão da

resina. Quanto maior a dureza, maior é o grau de conversão. As propriedades mecânicas do polímero dependem da densidade de ligações cruzadas e da qualidade da cadeia formada²¹. Portanto, os valores de dureza têm sido utilizados como indicadores do grau de polimerização.

Estudos pesquisaram o desempenho de novas tecnologias para polimerização por meio da avaliação de propriedades físicas, mecânicas e grau de conversão de resinas compostas^{26 e 65}. Para medidas dos valores de conversão, o método direto como a espectroscopia com infravermelho³² é a técnica mais sensível, mas é dispendiosa além de consumir muito tempo. Um outro método indireto considerado de difícil realização é o teste de dureza universal²⁹ em que a dureza é medida sob carga e requer um equipamento especial para uso na máquina de teste universal. A mensuração da dureza utilizando métodos Vickers, Knoop ou Rockwell é considerada viável e de fácil realização para avaliar o grau de conversão de materiais resinosos^{31 32}

Asmussen³ demonstrou uma boa correlação entre dureza e grau de conversão pela espectroscopia com infravermelho. Ainda segundo Asmussen³, a composição do monômero está relacionado com o comportamento do material. O monômero UDMA é mais flexível que o monômero de Bis-GMA. A baixa viscosidade do monômero facilita a migração dos radicais livres o que acelera e

aumenta a densidade das ligações cruzadas, elevando o grau de conversão e a dureza da resina.

Neste estudo, cada cimento resinoso foi fotoativado através da interposição de barreiras confeccionadas em materiais normalmente utilizados na clínica, para a confecção de restaurações estéticas indiretas: resina composta Cesead, cerâmicas mistas InCeram alumina/Allceram e InCeram zircônia/Allceram, cerâmica Empress, e um fragmento dental (dentina/esmalte). As barreiras foram manufaturadas em laboratório comercial seguindo as recomendações dos fabricantes e simulando a confecção de uma restauração indireta. A restauração indireta de resina composta é popular e bastante utilizada principalmente devido ao seu baixo custo. Os materiais cerâmicos por sua vez são vastamente utilizados por exigência estética, sendo que cada tipo de cerâmica tem a sua indicação. Quanto ao fragmento dental (dentina/esmalte), frequentemente a luz do fotopolimerizador precisa atravessar uma parede de esmalte, dentina ou ambas para alcançar o cimento resinoso a ser polimerizado. Além dos materiais descritos, foi avaliada também a condição de não interposição de barreira, designada controle. Nessa condição, sem barreira, podem ser considerados os valores de microdureza no grau máximo de polimerização de cada cimento avaliado. Um valor absoluto de dureza não pode ser relacionado com o grau de conversão de monômeros para diferentes materiais resinosos²¹, porque cada material tem a composição específica e as suas propriedades físicas e químicas. Os valores de microdureza da condição controle, foram comparados aos obtidos sob a atenuação da luz pelas barreiras.

Chan e Boyer¹³ pesquisaram sobre o endurecimento de um grupo de cimentos resinosos fotopolimerizados através de porcelana e verificaram que a espessura e a cor da porcelana interferiram na dureza do cimento.

No presente estudo, todas as barreiras para interposição foram confeccionadas na cor A3, sendo que o fragmento dental também foi selecionado na cor próxima à das demais barreiras. Entretanto, diferentes materiais atuam distintamente na atenuação da intensidade de luz. A fotoativação foi realizada através de diferentes barreiras de 2mm de espessura para aproximar as condições do experimento às encontradas na prática clínica. Além disso, essa é uma espessura recomendada para restaurações de cerâmica em dentes posteriores, assim como para incrementos de resina composta. Blackman et al.⁶, em 1990, afirmaram que com a interposição de cerâmica de até 2mm de espessura, os cimentos polimerizam com o tempo de exposição recomendado.

O'Keefe et al.⁴² demonstraram que há maior influência da espessura do material restaurador na transmissão da luz do que a cor e opacidade da restauração. Também, segundo Price et al.⁵⁰ à medida que aumenta a espessura da restauração, há uma redução em exponencial da luz transmitida, e pode ser insuficiente para polimerizar o cimento resinoso dual adequadamente quando o material restaurador é mais espesso que 2,5mm.

Soares et al.⁶⁰ verificaram que restaurações com 1 a 2mm de espessura, não influenciaram na dureza do cimento, independentemente da cor.

No presente estudo, para a fotopolimerização do cimento, foi utilizada fonte de luz halógena convencional Optilux 401 (Demetron) de 650 mW/cm² de intensidade por 40s. O tempo de 40s de fotoativação com luz halógena convencional é o recomendado pelos fabricantes. Além disso, a fonte de luz halógena convencional é utilizada pela maioria dos cirurgiões dentistas. A luz halógena convencional com intensidade de potência de pelo menos 400 mW/cm² e tempo de exposição de 40s tem sido considerada adequada para polimerização de resinas compostas segundo Rueggberg et al.⁵⁵.

Para McLean e Fasbinder³⁷, em 1999, todas as fontes de alta potência foram capazes de polimerizar a resina composta através de cerâmica de 2mm de espessura em tempo inferior ao que foi necessário pela utilização de luz convencional.

Santos Jr et al.⁵⁶, em 2004, observaram que a aplicação de fontes de luz de alta intensidade por um tempo maior resultou em valores de dureza mais elevados. A fonte de LED, foi relacionada com menores valores de dureza para as superfícies inferiores da resina composta. Porém, é importante salientar que o LED tinha a menor intensidade de potência dentre as três fontes utilizadas (320 mW/cm²).

Ozturk et al.⁴⁵, 2005, também concluíram que aparelhos de luz halógena de alta intensidade como o Optilux 501(Kerr) aplicado por 20s, resultaram em grau de conversão e microdureza superficial significativamente superiores que os demais.

Os discos de cimento resinoso ou corpos-de-prova deste estudo foram polimerizados com auxílio de uma matriz de teflon diretamente em blocos de acrílico, a fim de padronizar e facilitar o manuseio durante os ensaios no microdurômetro.

O valor da dureza (carga/área da superfície piramidal do endentador) é dado em HV ou em Kgf/mm^2 ou N/mm^2 . Neste trabalho, foi aplicada uma carga de 50gf por 15s e os valores foram convertidos e fornecidos em HV pelo próprio aparelho.

Os ensaios de microdureza foram realizados em três períodos de avaliação. A primeira leitura, ou leitura imediata foi realizada para avaliar o grau de polimerização do cimento resinoso dual, logo após a fotopolimerização. Essa leitura foi importante para a avaliação da luz na polimerização. O período pós-cimentação é de grande importância porque nessa fase a restauração pode ser submetida a esforços durante a remoção de excessos de cimento pelo próprio profissional ou pelo paciente que estará com a nova restauração cimentada e em função na boca. Entre uma avaliação e outra, os corpos de prova foram armazenados em saliva artificial a 37°C para simular as condições do meio bucal, como fizeram

Antoniadi et al.¹, na avaliação da microdureza de resina composta. A segunda leitura foi realizada após 24h e a terceira após 7 dias. Estes dois períodos de avaliação tiveram o objetivo de observar o comportamento dos cimentos resinosos duais quanto à polimerização química continuada. Em algumas situações clínicas às quais os cimentos duais são indicados, um eficiente fator químico de polimerização é esperado e necessário, como em regiões profundas de preparos cavitários como nas paredes gengivais de caixas proximais, que dependem muito dos componentes químicos de polimerização do cimento resinoso¹⁹.

6.2 Dos resultados:

Neste estudo, os corpos-de-prova foram confeccionados com quatro cimentos resinosos duais que foram fotopolimerizados sob as seis condições experimentais estabelecidas para cada cimento. No G1) Controle - sem barreira, e os demais com interposição de barreiras de 2mm de espessura como estarão descritos a seguir: G2) Resina composta Cesead, G3) InCeram alumina/AllCeram, G4) Empress, G5) InCeram zirconia/AllCeram, G6) Fragmento dental esmalte/dentina. Após a obtenção dos corpos-de-prova, os mesmos foram submetidos à leitura imediata em microdurômetro, às mesmas condições de armazenamento, leitura após 24h, armazenamento e leitura após 7 dias. Entretanto, quando da realização dos ensaios de microdureza, verificou-se que os corpos-de-

prova obtidos pela interposição de InCeram alumina/AllCeram e InCeram zircônia/AllCeram, não apresentaram dureza superficial suficiente e portanto não permitiram as endentações. Isto foi verificado já na leitura imediata, mas os corpos-de-prova foram armazenados e submetidos às demais leituras como os de outros grupos, para pesquisar se a polimerização química subsequente poderia oferecer efetividade na polimerização. Nestas duas condições experimentais não foi possível realizar a leitura em nenhum período de avaliação. Portanto, os resultados destes grupos não foram submetidos à análise estatística.

Rasetto et al.⁵⁴ verificaram que a luz halógena de alta intensidade de potência com 1050 a 1060 mW/cm² polimerizou o cimento resinoso através de 0,25m a 0,40mm de espessura de *copping* de Procera mas foi incapaz de polimerizar através de 0,60mm. A utilização de fonte de arco de plasma com intensidade de potência de 1300 a 1700mW/cm² transmitiu luz suficiente para ativar a canforoquinona. Entretanto, a luz halógena convencional foi incapaz de polimerizar o cimento resinoso através de *copping* de Procera, mesmo o de pequena espessura.

Jung²⁹ verificou que maior profundidade de polimerização através de *coppings* de Procera foi obtida com a luz halógena convencional e com sistema *soft start* do que com luz de arco de plasma.

Em estudo de Usumeze et al.⁶⁶ a resistência ao cisalhamento foi superior em cimento fotopolimerizado com fonte de luz halógena convencional do que o polimerizado com luz de arco de plasma.

Neste estudo, a opacidade das cerâmicas mistas InCeram alumina/Allceram e InCeram zirconia/Allceram, resultaram na polimerização deficiente dos cimentos avaliados após fotoativação através destas barreiras.

No estudo de Cardash et al.¹¹, os cimentos resinosos fotopolimerizável e de polimerização dual: Mirage (Chamaleon Dental Products) polimerizado através de discos de porcelana de 2mm de espessura, nas cores A1, A4, B1, B4, C1, C4, D2, D4, por 48, 72 e 120s, foram avaliados por meio de testes de microdureza Knoop (KHN). O cimento resinoso fotopolimerizado através de cerâmica mais escuras nas cores A4 e C4, não apresentaram dureza suficiente para ser medido. Um tempo de exposição prolongado, aumentou a microdureza do cimento fotopolimerizado, mas, não alterou a microdureza do cimento dual. O cimento dual alcançou os máximos valores de KHN com 48s.

A polimerização inadequada dos cimentos avaliados neste estudo, quando fotopolimerizados através de barreiras confeccionadas em In Ceram Alumina e In Ceram zircônia, sugere a necessidade de optar por um método de polimerização mais eficiente,

ou outro tipo de cimento quando da indicação desses materiais restauradores, embora os fabricantes destas cerâmicas recomendem a cimentação adesiva para a fixação de inlays e coroas parciais confeccionados com esses materiais. Entretanto é importante salientar que a fotopolimerização dos cimentos resinosos não foi realizada com aplicação da luz na linha de cimento ou com utilização de gel “*oxiguard*” com finalidade de inibir a interferência do oxigênio na reação de polimerização. Este procedimento não foi realizado objetivando a padronização do método.

Ao escolher por outro método de cimentação diferente da adesiva, os benefícios da adesão aliados ao tratamento superficial da cerâmica devem ser considerados.

Burke¹⁰ pesquisou *in vitro*, o efeito dos procedimentos adesivos aplicados na dentina e do tratamento superficial em cerâmica na resistência à fratura de coroas totalmente cerâmicas. Os resultados foram comparados com a resistência à fratura de coroas cimentadas com cimentos não adesivos e indicaram que a resistência à fratura foi significativamente superior quando o cimento resinoso foi utilizado com sistema adesivo em dentina aliado ao tratamento superficial da cerâmica.

Darr e Jacobsen¹⁴, afirmaram que os cimentos resinosos não são polimerizados adequadamente pela polimerização dual ou pela polimerização química nos estágios iniciais da

cimentação da restauração. O fato do material não ter permitido os testes nos 30min iniciais, pela insuficiente dureza sugere a possibilidade do deslocamento da restauração durante os procedimentos de acabamento se estes forem realizados imediatamente após a cimentação. Segundo os autores, é provável que a fotopolimerização do cimento junto ao esmalte condicionado seja responsável pela estabilização da restauração enquanto a polimerização ocorre nas áreas mais profundas. Entretanto, as restaurações podem ser vulneráveis nas primeiras 24h .

Para proporcionar uma polimerização adequada onde a fotopolimerização é atenuada pelo ar, dente e restauração, a concentração de amina terciária poderia ser aumentada pelos fabricantes. Entretanto, isso resultaria no efeito indesejável da instabilidade de cor do cimento³⁵ , com comprometimento da finalidade estética. A formulação dual representa o equilíbrio entre o alto grau de polimerização e e instabilidade de cor pela degradação de amina¹⁴ .

O cimento resinoso aplicado na restauração estética é usado não somente na cimentação, mas também no ajuste da cor. A estabilidade da cor desse agente cimentante resinoso é um fator importante na manutenção da estética da restauração indireta. A exposição do cimento resinoso dual à luz visível aumenta o grau de conversão do cimento resinoso⁵⁵ e o aumento do grau de conversão

induz à estabilidade de cor. Logo, precisamos de uma boa polimerização não somente para fixação da peça protética, mas também para estabilidade de cor, em concordância com o trabalho de Koishi et al.³² que pesquisaram a influência da exposição do cimento resinoso dual à luz visível do fotopolimerizador na estabilidade de cor e concluíram que a fotopolimerização é necessária para a estabilidade de cor de cimentos resinosos duais.

Cardash et al.¹⁰ concluíram que em relação à microdureza, os cimentos de polimerização dual são superiores aos fotopolimerizáveis e são indicados para cimentação de porcelanas com espessuras iguais ou superiores a 2mm.

Por outro lado, em estudo de Uctasli et al.⁶⁴, os cimentos fotopolimerizáveis apresentaram melhor desempenho que os de ativação dual.

Segundo Darr e Jacobsen¹⁴ El-Bradawy & El-Mowafy¹⁶; El-Mowafy et al.¹⁹, a polimerização dual foi mais eficiente do que a polimerização química.

Na leitura imediata, o cimento Bistite II apresentou maiores médias de microdureza nas condições Sem Barreira (69,91 HV) e com Fragmento Dental (51,73 HV), e a maior média total (46,36 HV) (Tabela 1). Entretanto, destacou-se pelo seu

comportamento instável nas variadas condições experimentais às quais foi submetida, apresentando desvio padrão de 17,92. O elevado valor de dureza deste cimento na condição sem barreira pode estar relacionado ao conteúdo de fotoiniciador e amina e sugere um alto valor absoluto de dureza do material. Este cimento parece ser mais bem indicado no modo fotoativado. Cimentos resinosos fotoativáveis são utilizados para facetas anteriores de porcelana que tem menor espessura. A espessura de 1mm corresponde à média das espessuras de facetas de porcelana. As restaurações cerâmicas em dentes posteriores requerem o uso de cimento resinoso dual ⁵.

Jung et al.³⁰ verificaram que o aumento da espessura de cerâmica de 1mm para 2mm teve efeito negativo na profundidade de polimerização e microdureza Vickers do cimento resinoso com todas as fontes de luz utilizadas na pesquisa (halógena convencional, halógena de alta intensidade de potência, LED, LED de alta potência e luz de arco de plasma). O uso do catalisador químico foi recomendado, ao invés da fotopolimerização unicamente porque produziu maior dureza e profundidade de polimerização com todas as fontes utilizadas.

Neste estudo, quando a polimerização foi realizada através de RC Cesead, a média dos valores de dureza do cimento Bistite caiu para 28,47 HV (Tabela 1). Este resultado pode sugerir um fraco mecanismo de polimerização química neste cimento como verificaram El-Mowafy & Rubo ¹⁸, em 2000.

Apesar das maiores médias de microdureza do cimento Bistite na avaliação imediata sob as condições Sem Barreira e Fragmento Dental (Tabela 1), este resultado pode não estar relacionado somente com o grau de polimerização, pois se verificou uma redução da microdureza na avaliação após armazenamento por 7 dias (Tabela 3). É possível que essa redução esteja relacionada ao seu baixo grau de polimerização.

Lee e Um³⁴ avaliaram a reação cinética de polimerização de cinco marcas comerciais de cimentos resinosos duais (Bistite, Dual Cement, Scotchbond, Duolink e Duo) após a interposição de várias espessuras de cerâmica (1, 2 e 4mm) e observaram que quando foi utilizada a interposição de espessura de 4mm, o tempo de 40s que é o recomendado pelos fabricantes não foi suficiente para conduzir a polimerização como ocorreu com espessuras menores. Os autores verificaram que a polimerização pela reação química adicional, teve pequena extensão; concordando com os achados de Myers et al.⁴⁰, que para maximizar a polimerização de um cimento através de overlay, as restaurações devem ser fotoativadas por pelo menos 60s e que a cimentação de restaurações com espessura superior a 1mm, deve ser realizada com um cimento de polimerização dual ou de polimerização química.

Na leitura imediata, os cimentos Enforce e Variolink apresentaram as médias dos valores muito próximos; respectivamente

35,20 HV e 34,53 HV (Tabela 1). As médias dos valores de HV foram semelhantes para os dois cimentos na condição sem barreira, cujos valores foram de 44,2 HV para o Enforce e 41,7 HV para o Variolink. Esses valores aumentaram após 24h para 49,6 HV e 43,6 HV respectivamente e não sofreram alteração significativa após 7 dias de armazenamento (Tabela 3). A interposição de barreiras reduziu os valores de HV em relação aos da condição sem barreiras, mas essa diminuição não foi significativa e não houve diferença entre as barreiras utilizadas. Verificou-se ainda que os dois cimentos apresentaram valores de microdureza semelhantes com a interposição de barreiras, em todos os tempos de avaliação.

Dentre os cimentos avaliados por El-Mowafy et al.¹⁹, o Enforce apresentou os maiores valores de dureza dos espécimes polimerizados quimicamente e quando fotopolimerizado através de cerâmica de 6mm de espessura. Idealmente, os cimentos resinosos de polimerização dual deveriam ser capazes de obter um grau de polimerização química não muito inferior ao da polimerização dual. Com isso, a adequada polimerização através de restaurações em áreas de difícil alcance para a fonte de luz seria assegurada. O grau de polimerização está relacionado à formulação do material. Quando uma quantidade insuficiente de elemento de polimerização química é incorporada ao material, a dureza máxima do cimento não pode ser alcançada. O endurecimento insuficiente do cimento pode ocasionar sensibilidade pós-operatória pela remoção do cimento não polimerizado, infiltração marginal e cárie.

Sigemori et al.⁵⁸, observaram que os fabricantes mantêm o ativador químico em uma proporção limitada para aumentar o tempo de trabalho no cimento.

O cimento RelyX ARC apresentou na leitura imediata, as maiores médias nas condições Cesead (39,20 HV) e Empress (37,68 HV) e segunda maior em Fragmento Dental (39,03 HV) (Tabela 1). Além disso, teve o menor desvio padrão geral (3,52). Seu desempenho foi mais estável. A atenuação da luz pelas barreiras teve o menor efeito na microdureza do RelyX ARC, sugerindo a presença de um forte fator químico de polimerização neste cimento. Os diferentes períodos de avaliação não influenciaram na microdureza deste cimento. Estas observações vão de encontro com as de Mota et al.³⁹ que avaliaram as microfalhas em inlays cerâmicos cimentados com diferentes cimentos resinosos com interfaces marginais em esmalte, dentina e cimento. As falhas em esmalte foram estatisticamente menores que em dentina e cimento. Em esmalte, o cimento RelyX ARC teve o completo selamento da interface e seu desempenho foi melhor que o do grupo controle cujos dentes foram restaurados com resina composta. Apesar disso, o RelyX ARC não teve diferença significativa comparado ao Enforce com 70% das restaurações livres de falhas e restaurações de resina composta P60 com 50%.

A RC Cesead foi o fator que mais influenciou na redução da microdureza nos quatro cimentos avaliados e em todos os tempos de avaliação. Na leitura imediata (Tabela 1), a média dos valores HV da condição sem barreira, 48,73 HV foi reduzida para 31,95 na condição Cesead. Tal condição também foi observada em outros estudos.

Neppelenbroek & Cruz⁴¹ verificaram uma redução (45%) na dureza do cimento resinoso imediatamente após a fotopolimerização através de resinas compostas Artglass e Solidex de 2mm de espessura sendo que os valores foram estatisticamente superiores (60%) após 24h. Esses resultados se aproximam aos do presente estudo, quanto à redução da microdureza na leitura imediata, em todos os cimentos, com exceção do RelyX ARC, mas após 24h esses valores não elevaram.

No estudo realizado por Hofmann et al.²⁶, a interposição de resina composta de 1mm de espessura, reduziu a intensidade de luz de 70%. A intensidade de luz foi inversamente proporcional à espessura do espaçador e a total obstrução foi verificada com 4mm de espessura.

Prinsloo et al.⁵¹ e Braga et al.⁸ também observaram que a intensidade da luz que alcança o cimento é drasticamente reduzida quando a luz é transmitida através de restauração de resina composta ou de porcelana. Segundo eles, a intensidade de 600

mW/cm² pode ser reduzida para 120 mW/cm² quando a luz é transmitida através de uma barreira de porcelana de 2mm de espessura.

El- Bradawi e El-Mowafi¹⁶ afirmaram ainda que as resinas compostas transmitem menos a luz que os materiais cerâmicos da mesma cor.

Segundo Papazoglou et al.⁴⁶ a interposição de resina ou cerâmica aumentou a quantidade de ligações duplas de carbono para todos os modos de 16% para 44%. A resina composta (Sinfony, 3M/ESPE), induziu efeitos mais negativos comparados aos dois materiais cerâmicos testados (Empress II, Ivoclar, Vitadur Alpha, Vident).

As ligações duplas de carbono, indicam o grau de polimerização ou de conversão dos monômeros nos materiais resinosos. Portanto, o grau de conversão de materiais resinosos é o grau em que ligações duplas de carbono (C = C) são convertidas em ligações simples de carbono (C – C). Para as resinas de polimerização química, o grau de conversão é influenciado pela composição do monômero e pela concentração de catalizadores de polimerização dentro de vários sistemas. Nas resinas fotopolimerizáveis, normalmente o agente de redução é empregado em adição à canforoquinona (diquetona), para aumentar a cinética da polimerização. É conhecido que a diquetona absorve a energia de

radiação e é transferida a um estado de excitação. Em um estado de excitação apropriado, essa diquetona combina com o agente de redução para formar um estado complexo de excitação (exciplex) que rompe para liberar os radicais livres³.

As condições de barreiras de Fragmento dental e cerâmica Empress deste estudo, reduziram as médias de valores HV conforme tabelas 1, 2 e 3, em relação à condição sem barreira, mas não houve diferença significativa entre os cimentos estudados e os períodos de avaliação. Estes resultados vão de encontro com os obtidos por Rueggeberg e Caughman⁵⁵ que observaram que a polimerização induzida pela ativação química após a fotoativação não foi significativa nos cimentos resinosos duais avaliados. Esses autores demonstraram por meio de conversão de monômero, que o grau de polimerização observado 10min após a fotoativação não foram significativamente diferentes dos observados após 24h.

Hasegawa et al.²⁵ estudaram o endurecimento de três cimentos resinosos duais sob inlays de resina composta e verificaram que a polimerização química não promoveu o máximo endurecimento dos cimentos quando a luz foi atenuada pelo dente e material de restauração. Segundo os autores, os cimentos duais devem ser tratados como cimentos fotoativáveis; portanto, o tempo de exposição deve ser aumentado para compensar a espessura e a opacidade do dente e da restauração.

Neste estudo, os períodos de avaliação de 24h e de 7 dias não tiveram influência nos valores de microdureza (Tabelas 2 e 3). O efeito do armazenamento em saliva artificial não foi avaliado neste estudo. Esse procedimento foi realizado com o objetivo de simular as condições bucais. O prognóstico para as restaurações protéticas está relacionado diretamente com a manutenção da linha de cimento e agente de união e ambos interagem com a água e a umidade³⁸.

Por outro lado, Shimura et al.⁵⁷ verificaram que os valores de microdureza dos cimentos avaliados não reduziram após o armazenamento em água.

Nosso estudo pode constatar pela revisão teórica da literatura pertinente e pela execução prática de nossa metodologia, que a polimerização de cimentos resinosos duais é influenciada por vários fatores como cor, opacidade e tipo de material utilizado na confecção da restauração indireta, o cimento utilizado, a espessura da restauração, fonte de luz utilizada e tempo de aplicação da luz na fotoativação, e outros. Devemos ficar atentos às publicações científicas, pois muito do que o fabricante preconiza não há fundamentação, como o observado em nosso estudo com relação às barreiras Inceram alumina/AllCeram e Inceram zircônia/AllCeram, que impediram a polimerização de todos os cimentos, com uma fotoativação padrão encontrada nos consultórios brasileiros. Portanto, a indicação de restauração estética indireta e o procedimento da sua

cimentação devem ser realizados com muito cuidado e critério, pois são fatores fundamentais no sucesso clínico.

Este estudo sugere ainda que mais pesquisas devam ser realizadas, variando-se a intensidade, duração e local da fotoativação, bem como outros períodos de armazenamento em função da confiabilidade longitudinal da cimentação de restaurações indiretas.

7 CONCLUSÃO

Diante da metodologia aplicada podemos concluir que:

- O Bistite II apresentou maior valor médio de microdureza quando fotoativado sem barreira, e o menor quando fotoativado através de resina composta Cesead.
- A interposição de resina composta Cesead foi a condição que teve a maior influência na microdureza do cimento resinoso dual.
- O cimento RelyX ARC foi o cimento que teve um comportamento mais estável frente à interposição de barreiras.
- O cimento resinoso dual não polimeriza adequadamente quando fotoativado através de cerâmica com alumina ou com zirconia.
- Os resultados observados nos diferentes períodos de avaliação, sugerem a ação limitada do ativador químico de polimerização dos cimentos duais e a importância da criteriosa fotoativação durante a cimentação.

8 REFERÊNCIAS*

- 1 Antoniadi H. et al. Surface hardness of light-cured and self-cured composite resins. *J Prosth Dent.* 1991, 65(2): 215-20.
- 2 Arikawa H et al. Mechanical properties of light-cured composite resins cured through filters that simulate enamel. *Dent Mater J.* 2002, 21(2): 147-55.
- 3 Asmussen E. Restorative resins: hardness and strength vs. quantity of remaining double bonds. *Scand J Dent Res.* 1982, 90: 484-9.
- 4 Attar N, Tam LE, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosth Dent.* 2003 Feb, 89(2): 127-34.
- 5 Barghi N, McAlister EH. Led and halogen lights: effect of ceramic thickness and shade on curing luting resin. *Compendium.* 2003 Jul, 24(7): 497-502.
- 6 Blackman R, Barghi N, Duke E. Influence of ceramic thickness on the polymerization of light-cured resin cement. *J Prosth Dent.* 1990, 63(3): 295-300.

* Baseado em:

International Committee of Medical Journal Editors, Bibliographic Services Division, Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical Journals: simple references [homepage na internet]. Bethesda: US National Library, c 2003 [disponibilidade em 2006 fev; citado em 20 mar.]. Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

- 7 Braga RR, Ballester RY, Carrilho MRO. Pilot study on the early shear strength of porcelain-dentin bonding using dual-cure cements. *J Prosthet Dent.* 1999 Mar, 81(3): 285-9.
- 8 Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehab.* 2002, 29: 257-62.
- 9 Breeding LC, Dixon LD, Caughman F. The curing potential of light-activated composite resin luting agents. *J Prosth Dent.* 1991 Apr, 65(4): 512-8.
- 10 Burke FJT. The effect of variations in bonding procedure on fracture resistance of dentin-bonded all-ceramic crowns. *Quintessence Int.* 1995, 26:293-300.
- 11 Cardash HS, Baharav H, Pilo R, Ben-Amar A. The effect of porcelain color on the hardness of luting composite resin cement. *J Prosthet Dent.* 1993 Jun, 69(6): 620-3.
- 12 Caughman WF, Chan DCN, Rueggeberg FA. Curing potential of dual-polymerizable resin cements in simulated clinical situations. *J Prosthet Dent.* 2001, 86(1): 101-6.
- 13 Chan KC, Boyer DB. Curing light-activated composite resins through dentin. *J Prosth Dent.* 1985, 54(5): 643-5.
- 14 Darr AH, Jacobsen PH. Conversion of dual cure luting cements. *J Oral Rehab.* 1995, 22: 43-7.
- 15 DeWald JP, Ferracane JL. A comparison of four modes of evaluating depth of cure of light – activated composites. *J Dent Res.* 1987, 66(3): 727-30.

- 16 El-Bradawy WA, El-Mowafy OM. Chemical versus dual curing of resin inlays cements. *J Prosthet Dent.* 1995 Jun, 73(6): 515-24.
- 17 Eliades T et al. Degree of cure of orthodontic adhesives with various polymerization initiation modes. *Eur J Orthod.* 2000, 22: 395-9.
- 18 El-Mowafy OM, Rubo MH. Influence of composite inlay/onlay thickness on hardening of dual-cured resin cements. *J Can Dent Assoc.* 2000, 66: 147.
- 19 El-Mowafy OM, Rubo MH, El-Bradawy WA. Hardening of new resin cements cured through a ceramic inlay. *Oper Dent.* 1999, 24: 38-44.
- 20 Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res.* 1987, 66: 1636-9.
- 21 Ferracane JL et al. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. *J Dent Res.* 1997 Aug, 76(8): 1508-16.
- 22 Ferrari M, Dagostin A, Fabianelli A. Marginal integrity of ceramic inlays luted with a self-curing resin system. *Dental Mat J.* 2003, 19:270-6.
- 23 Foxton RM et al. Effect of light source direction and restoration thickness on tensile strength of dual-curable resin cement to copy-milled ceramic. *Am J Dent.* 2003, 16(2): 129-34.
- 24 Harashima I, Nomata T, Hirasawa T. Degree of conversion of dual-cured composite luting cements. *Dent Mat J.* 1991, 10(1): 8-17.

- 25 Hasegawa EA, Boyer DB, Chan DCN. Hardening of dual cured cements under composite resin inlays. *J Prosthet Dent.* 1991, 66: 187-92.
- 26 Hofmann N et al. Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. *J Oral Rehab.* 2001, 28: 1022-8.
- 27 Hüls A. Prótese cerâmica sem metal de In-Ceram. Göttingen, 1995. 31p. Compendio.
- 28 Isidor & Brondum K. A clinical evaluation of porcelain inlays. *J Prosthet Dent.* 1995, 74(2): 140-4.
- 29 Jung H et al. Curing efficiency of different polymerization methods through ceramic restorations. *Clin Oral Invest.* 2001, 5: 156-61.
- 30 Jung H et al. Polymerization efficiency of different photocuring units through ceramic discs. *Oper Dent.* 2006, 31(1): 68-77.
- 31 Kanno T et al. Micro tensile bond strength of dual-cure resin cement to root canal dentin with different curing strategies. *Dent Mater J.* 2004, 23(4): 550-6.
- 32 Koishi Y et al. Influence of visible-light exposure on color stability of current dual-curable luting composites. *J Oral Rehab.* 2002, 29: 387-93.
- 33 Kumbuloglu O et al. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. *Int J Prosth.* 2004, 17(3): 357-62.

- 34 Lee IB, Um CM. Thermal analysis on the cure speed of dual cured resin cements under porcelain inlays. *J Oral Rehab.* 2001, 28: 186-97.
- 35 Linden JJ et al. Photo-activation of resin cements through porcelain veneers. *J Dent Res.* 1991, 70(2): 154-7.
- 36 Lynch C et al. The effect of different exposure routines on the surface micro hardness of a light-activated resin composite. *Quint Int.* 2003, 34(6): 468-72.
- 37 Mclean ME, Fasbinder DJ. Polymerization effectiveness of high intensity curing lights through porcelain. *J Dent Res.* 1999, 78: 228.
- 38 Milleding P et al. Micro hardness and surface topography of a composite resin cement after water storage. *Int J Prosthodont.* 1998, 11(1): 21-6.
- 39 Mota CS et al. Microleakage in ceramic inlays luted with different resin cements. *J Adhes Dent.* 2003, 5(1): 63-70.
- 40 Myers ML, Caughman WF, Rueggeberg FA. Effect of restoration composition, shade, and thickness on the cure of photoactivated resin cement. *J Prosthodont.* 1994, 3(3): 149-57.
- 41 Neppelenbroek KH, Cruz CAS. Cimentação de restaurações estéticas indiretas em posteriores – Efeito da interposição de resinas compostas indiretas sobre o grau de polimerização de um cimento resinoso dual. *RGO.* 2004 Jul/Aug, 52(3): 161-4.
- 42 O’Keefe KL, Pease PL, Herrin HK. Variables affecting the spectral transmittance of light through porcelain veneer samples. *J Prosth Dent.* 1991 Oct, 66(4): 434-8.

- 43 Örtengren U et al. Water absorption and flexural properties of a composite resin cement. *Int J Prosth.* 2000, 13(2): 141-7.
- 44 Osyesil AG, Usumez A, Gunduz B. The efficiency of different light sources to polymerize composite beneath a simulated ceramic restoration. *J Prosthet Dent.* 2004, (91): 151-7.
- 45 Ozturk N et al. Degree of conversion and surface hardness of resin cement cured with different curing units. *Quint Int.* 2005 Nov/Dec, 36(10): 771-7.
- 46 Papazoglou E et al. Curing efficiency of a photo-and dual-cured resin cement polymerized through 2 ceramics and a resin composite resin. *Int J Prosthodont.* 2006, 19: 34-6.
- 47 Peutzfeldt A. Dual-cure resin cements: in vitro wear and effect of quantity of remaining double-bonds, filler volume, and light curing. *Acta Odontol Scand.* 2005, 53(1): 29-34.
- 48 Piwowarczyk A, Lauer HC Mechanical properties of luting cements after water storage. *Oper Dent.* 2003, 28(5): 535-42.
- 49 Piwowarczyk A, Lauer HC, Sorensen JA. The shear Bond strength between luting cements and zirconia ceramics after two pre-treatments. *Oper Dent.* 2005, 30(3): 382-8.
- 50 Price RBT, Murphy DG, Dérand T. Light energy transmission through cured resin composite and human dentin. *Quintessence Int.* 2000, 31: 659-67.
- 51 Prinsloo LC et al. Percentage cure of cement cured through various thicknesses of Cerec porcelain. *Journal of the D.A.S.A.* 1997, 52: 283-6.

- 52 Quance SC et al. Effect of exposure intensity and post-cure temperature storage on hardness of contemporary photo-activated composites. *J Dent.* 2001, (29): 553-60.
- 53 Rasetto FH, Driscoll CF, Von Fraunhofer JA. Effect of light source and time on the polymerization of resin cement through ceramic veneers. *J Prosthodont.* 2001 Sep, 10(3): 133-9.
- 54 Rasetto FH et al. Light transmission through all-ceramic dental materials: A pilot study. *J Prosthet Dent.* 2004 May, (91): 441-6.
- 55 Rueggeberg FA, Caughman WF. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. *Oper Dent.* 1993 Mar/Apr, 18(2): 48-55.
- 56 Santos Jr GC et al. Hardening of dual-cure resin cements and a resin composite restorative cured with QTH and LED curing units. *J Can Dent Assoc.* 2004, 70(5): 323-8.
- 57 Shimura R et al. Influence of curing method and storage condition on microhardness of dual-cured resin cements. *Dent Mat.* 2005, 24(1): 70-5.
- 58 Sigemori RM et al. Curing depth of a resin-modified glass ionomer and two resin-based luting agents. *Oper Dent.* 2005, 30(2): 185-9.
- 59 Soares CJ et al. Fracture resistance of teeth restored with indirect-composite and ceramic inlay systems. *Quintessence Int.* 2004, 35: 281-6.
- 60 Soares CJ, Silva NR, Fonseca RB. Influence of feldspathic ceramic thickness and shade on microhardness of dual resin cement. *Oper Dent.* 2006, 31(3): 384-9.

- 61 Stewart GP, Jain P, Hodges J. Shear bond strength of resin cements to both ceramic and dentin. *J Prosthet Dent.* 2002, 88(3): 277-88.
- 62 Tanoue N et al. Properties of dual-curable luting composites polymerized with single and dual curing modes. *J Oral Rehab.* 2003, (30): 1015-21.
- 63 Tashiro H et al. Effects of light intensity through resin inlays on the bond strength of dual-cured resin cement. *J Adhes Dent.* 2004, 6(3): 233-8.
- 64 Uctasli S, Hasanreisoglu U, Wilson HJ. The attenuation of radiation by porcelain and its effect on polymerization of resin cements. *J Oral Rehab.* 1994, (21): 565-75.
- 65 Uhl A, Mills RW, Jandt KD. Photoinitiator dependent composite depth of cure and Knoop hardness with halogen and LED light curing units. *Biomater.* 2003, 24: 1787-95.
- 66 Usumez A et al. The efficiency of different light sources to polymerize resin cement beneath porcelain laminate veneers. *J Oral Rehab.* 2004, (31): 160-5.
- 67 Van Meerbeek S et al. Dual cure luting composites – Part II: Clinically related properties. *J Oral Rehab.* 1994, 21:57-66.
- 68 Vogel K, Salz U. Influence of trans-tooth curing on physical properties of composites. *J Dent Res.* 1997, 76(5): 1111.
- 69 Warren K. An investigation into the micro hardness of a light cured composite when cured through varying thickness of porcelain. *J Oral Rehab.* 1990, (17): 327-33.

- 70 Witzel MF et al. Bond strength between polymer resin-based cement and porcelain-dentin surfaces: influence of early cyclic loading. *Int J Prosthodont.* 2003, 16: 145-9.
- 71 Yoshida K, Atsuta M. Post-irradiation hardening of dual-cured and light-cured resin cements through machinable ceramics. *Am J Dent.* 2006, 19: 303-7.
- 72 Yoshida K, Greener EH. Effect of photoinitiator on degree of conversion of unfilled light-cured resin. *J Dent.* 1994, 22: 296-9.

APÊNDICES

Apêndice A - Dados referentes ao cimento Bistite II

A seguir os valores de microdureza obtidos em cada período de avaliação e barreiras para o cimento Bistite II

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - Bistite II						
Médias de 4 leituras para testes com leitura imediata após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	70,6	32,1	21,3		23,6	
2	67,8	51,3	54,7		24,2	
3	71,2	60,4	39,5		39,6	
4	64,6	50,7	33,3		26,2	
5	68,1	55,3	24,2		23,8	
6	70,5	58,0	25,3		37,6	
7	66,7	48,2	20,3		46,2	
8	68,4	50,3	20,1		40,3	
9	69,4	47,3	32,2		37,1	
10	69,9	51,6	32,5		41,5	
11	79,0	58,1	19,9		42,8	
12	72,7	57,5	18,3		41,1	

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - Bistite II						
Médias de 4 leituras para testes com 24h após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	70.7	55.6	41.0		36.2	
2	68.3	58.6	38.8		42.0	
3	75.5	57.2	31.8		31.9	
4	70.6	37.1	29.8		33.3	
5	74.7	48.6	30.3		41.6	
6	76.3	46.1	38.0		43.6	
7	78.0	59.0	31.8		48.7	
8	72.8	63.4	23.0		46.5	
9	73.9	59.7	57.1		37.9	
10	76.7	54.3	40.9		35.4	
11	73.8	60.7	37.6		45.2	
12	75.4	56.5	32.7		43.2	

Continuação do Apêndice A

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - Bistite II						
Médias de 4 leituras para testes com 7 dias após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	64.4	34.7	26.4		46.4	
2	66.1	52.6	51.3		45.1	
3	66.9	56.2	29.3		49.8	
4	66.2	45.1	30.6		42.1	
5	66.2	54.6	31.5		39.5	
6	69.9	49.3	25.3		42.8	
7	68.8	40.4	26.9		35.2	
8	57.6	48.7	32.7		24.8	
9	56.1	49.4	31.1		36.1	
10	63.7	48.7	30.5		40.2	
11	64.0	53.5	36.0		23.4	
12	66.7	56.5	34.2		24.9	

Apêndice B - Dados referentes ao cimento Enforce

A seguir os valores de microdureza obtidos em cada período de avaliação e barreiras para o cimento Enforce

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - Enforce						
Médias de 4 leituras para testes com leitura imediata após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	42,2	29,6	29,0	15,4	36,0	13,1
2	43,9	26,3	26,9	15,4	26,2	15,4
3	46,4	33,8	24,2	14,4	31,3	13,8
4	46,1	29,4	27,3	19,4	36,8	14,1
5	43,7	28,3	26,7	20,2	45,6	19,4
6	46,4	33,1	31,4	20,0	35,9	15,3
7	43,6	35,3	34,3	17,8	35,5	14,9
8	44,4	33,5	23,7	18,0	37,0	12,8
9	41,9	28,7	33,3	20,1	26,5	16,4
10	41,0	32,2	32,3	21,2	43,3	12,1
11	48,5	35,1	34,2	19,8	36,4	12,7
12	42,6	34,5	31,9	19,7	33,5	16,2

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - Enforce						
Médias de 4 leituras para testes com 24h após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	44.4	35.8	31.7	16.2	32.2	18.7
2	46.6	35.4	22.2	13.7	29.6	11.8
3	44.6	41.4	34.6	15.0	33.7	14.1
4	0.0	32.9	24.1	19.2	29.5	19.6
5	49.2	33.9	19.2	19.6	24.0	13.4
6	50.1	46.9	17.8	18.0	22.9	18.3
7	51.1	41.8	24.0	19.9	22.3	25.3
8	50.5	41.3	35.0	18.1	32.4	13.5
9	50.6	32.5	36.7	19.1	36.8	18.0
10	52.5	46.3	35.4	21.1	34.0	18.1
11	55.5	43.3	35.3	17.0	33.6	24.4
12	51.5	32.2	33.6	20.0	32.6	14.9

Continuação do Apêndice B

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - Enforce						
Médias de 4 leituras para testes com 7 dias após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	43.8	43.1	33.5	24.2	32.6	26.5
2	45.9	33.3	24.5	18.9	28.3	16.7
3	44.5	36.5	27.4	18.9	36.3	14.6
4	48.7	39.1	26.6	26.6	35.2	20.1
5	50.2	40.0	22.1	17.4	36.7	13.4
6	53.3	43.2	18.8	19.5	35.9	17.5
7	51.1	42.6	27.0	16.4	38.1	21.7
8	51.0	40.2	31.0	17.2	32.2	17.4
9	54.6	40.6	34.3	18.8	35.7	15.8
10	53.3	33.6	30.3	17.0	36.8	13.6
11	49.7	40.9	31.6	22.8	35.4	15.1
12	48.3	41.8	34.7	16.7	34.9	15.6

Apêndice C - Dados referentes ao cimento RelyX ARC

A seguir os valores de microdureza obtidos em cada período de avaliação e barreiras para o cimento RelyX ARC

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - RelyX ARC						
Médias de 4 leituras para testes com leitura imediata após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	36,6	44,8	38,1	6,5	35,2	11,3
2	34,5	45,4	34,1	5,7	39,6	8,7
3	38,5	42,4	41,8	14,1	41,3	15,0
4	42,0	37,4	36,7	13,2	43,6	14,9
5	35,8	43,4	41,7	12,6	41,1	13,8
6	38,7	42,2	42,4	12,7	37,9	12,5
7	38,1	39,8	44,2	11,2	38,5	
8	37,5	49,3	33,5	10,7	31,0	
9	42,2	39,1	37,8	9,8	38,2	
10	42,0	40,9	40,4	8,5	34,4	
11	40,6	38,8	39,2		35,5	
12	41,9	42,8	40,5		35,8	

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - RelyX ARC						
Médias de 4 leituras para testes com 24h após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	40.1	36.2	36.0	17.0	33.6	10.8
2	37.3	36.8	37.0	11.5	37.2	10.2
3	38.5	32.8	37.8	11.7	32.8	12.0
4	39.0	36.2	37.6	11.4	30.0	8.3
5	33.0	38.7	36.9	11.5	33.8	9.2
6	37.9	36.7	35.7	13.9	36.2	18.4
7	38.5	34.2	43.3	20.2	38.7	23.1
8	39.3	44.6	37.5	15.5	36.0	20.1
9	39.8	39.5	35.7	13.3	38.8	20.7
10	39.1	47.5	38.7	11.0	46.2	8.0
11	38.4	42.4	32.9	10.8	40.0	
12	40.1	46.6	33.7	13.4	38.7	

Continuação do Apêndice C

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - RelyX ARC						
Médias de 4 leituras para testes com 7 dias após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	34.0	36.0	35.5	12.7	33.3	
2	36.9	30.2	39.4	9.6	36.2	12.0
3	38.5	34.5	36.7	13.7	34.5	22.7
4	35.4	32.7	34.9	10.7	35.2	14.5
5	37.7	46.0	38.8	10.5	30.2	12.7
6	38.2	36.2	44.0	10.5	35.7	11.9
7	34.8	37.1	35.0	17.7		14.2
8	30.9	38.8	36.3	12.1	36.7	16.2
9	37.6	40.3	36.0	44.6	33.3	11.6
10	38.4	43.3	37.2	12.2	38.9	10.9
11	36.8	39.5	35.9	11.8	34.1	12.2
12	34.1	40.8	40.3	11.7	36.3	

Apêndice D - Dados referentes ao cimento Variolink II

Valores de microdureza obtidos em cada período de avaliação e barreiras para o cimento Variolink II

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - Variolink II						
Médias de 4 leituras para testes com leitura imediata após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	41,8	28,9	26,0	20,8	22,4	20,6
2	42,7	36,0	29,3	14,9	27,2	22,8
3	41,2	33,3	29,8	17,5	25,2	
4	43,3	36,0	27,5	21,6	19,7	25,1
5	38,1	35,8	30,9	21,8	33,4	21,0
6	42,3	35,5	36,3	17,3	32,4	14,2
7	43,3	39,4	33,0	24,7	35,5	
8	43,8	34,6	31,0	20,6	31,0	10,9
9	48,6	38,5	29,7	22,7	35,9	19,4
10	38,4	36,3	29,1	16,7	35,7	
11	37,5	34,4	34,2	24,4	33,7	
12	39,8	37,5	29,7	27,1	31,8	

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - Variolink II						
Médias de 4 leituras para testes com 24h após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	54,2	30,9	31,3	13,9	34,3	12,6
2	44,3	37,7	34,7	22,3	31,6	13,7
3	43,6	35,0	33,5	18,4	30,5	11,2
4	37,7	35,2	33,3	14,1	34,9	
5	44,3	35,7	32,1	12,6	34,8	
6	43,2	33,7	35,8	20,0	34,6	10,2
7	45,2	32,0	35,1	16,4	38,1	9,7
8	51,1	32,9	30,0	15,7	35,5	12,7
9	38,3	33,9	34,9	17,1	34,6	
10	36,4	40,6	32,4	18,8	40,0	15,0
11	42,3	39,8	33,4	15,9	41,2	
12	42,6	40,9	29,5	17,8	37,4	11,1

Continuação do Apêndice D

Dados de microdureza (HV) obtidos no experimento - Variolink II						
Médias de 4 leituras para testes com 7 dias após polimerização						
Leitura	Controle (HV)	Dente (HV)	Cesead (HV)	In Ceram Alumina (HV)	Empress (HV)	In Ceram Zirconia (HV)
1	40.4	36.4	30.0	16.5	33.3	12.6
2	42.6	32.8	32.5	12.9	35.2	13.7
3	44.2	31.7	27.2	11.9	34.0	11.2
4	44.5	34.2	24.9	17.6	35.8	
5	44.0	33.3	26.9	17.4	30.8	
6	46.0	34.9	30.8	12.5	29.1	10.2
7	45.5	39.7	32.4	11.1	30.5	9.7
8	45.8	35.3	24.9	13.7	29.2	12.7
9	38.2	34.8	26.6	14.8	33.3	
10	37.3	35.1	27.9	15.8	37.8	15.0
11	38.7	39.0	30.0	18.4	37.3	
12	43.3	33.1	27.9	12.3	37.8	11.1

Umetsubo LS. *Microhardness evaluation of four resinous cements, lightcured through different materials: an in vitro study*. [Tese]. Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007.

ABSTRACT

This study evaluated by microhardness tests the curing degree of four dual cured cements: Bistite II, Enforce, RelyX ARC and Variolink II, lightcured through the interference of barriers made with materials used in indirect aesthetic restorations. 72 specimens were made for each cement that was divided into 6 groups, according to the barrier type used in the interference, during the light activation G1: without barrier; G2: Cesead, a composed resin; G3: Inceram alumina/Allceram; G4: IPS Empress; G5: Inceram zirconia/Allceram; G6: dental fragment. The lightcuring was accomplished with a conventional halogen unit, Optilux 401 (Demetron) with 650 mW/cm² and the measurements were accomplished in three periods: immediate, 24hours and 7days, in a Microhardness Tester FM 700, under loads of 50gf during 15seconds. Microhardness values were obtained in HV. The averages of the HV values were submitted to ANOVA and Tukey test. The G3 and G5 groups resulted in deficient polymerization of the cement, that they didn't allow the accomplishment of the rehearsals. The Bistite cement had the largest hardness in the control group and the smallest with the interference of Cesead. RelyX ARC had the stableer values of microhardness in the analyzed conditions in all of the evaluation periods. Enforce and Variolink were intermediate and similar amongst them. The interference of barriers during the lightcuring of dual resinous cements interferes in the microhardness of the same ones. When a restoration of alumina or zirconia is used, other polymerization way or cement type should be used.

KEY WORDS: dental cements, hardness, cementation.